

10/524770

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

524770

(43) 国際公開日
2004年2月26日 (26.02.2004)

PCT

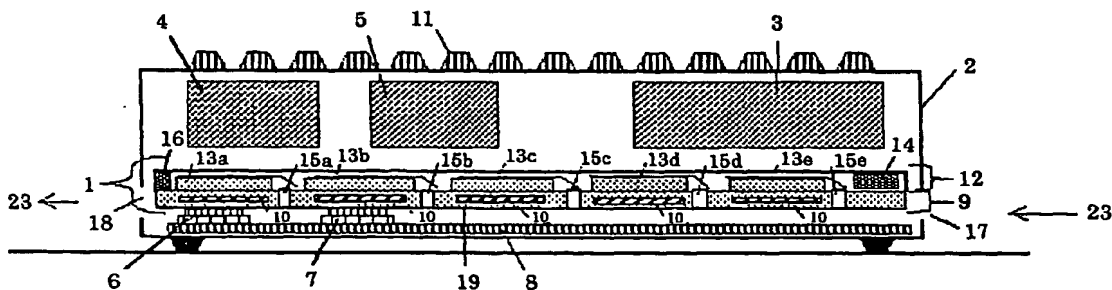
(10) 国際公開番号
WO 2004/017698 A1

- (51) 国際特許分類: H05K 7/20, F25D 1/00, 9/00, G06F 1/20
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010419
- (22) 国際出願日: 2003年8月18日 (18.08.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-237256 2002年8月16日 (16.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三窪 和幸 (MIKUBO, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 北城 栄 (KITAJO, Sakae) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 康弘 (SASAKI, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 越智 篤 (OCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 山本 満 (YAMAMOTO, Mitsuru) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 浜田 治雄 (HAMADA, Haruo); 〒107-0062 東京都港区南青山3丁目4番12号 知恵の館 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, US.

[続葉有]

(54) Title: COOLING DEVICE FOR ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 電子機器の冷却装置



(57) Abstract: A cooling device for an electronic apparatus which can be easily assembled and mounted to an electronic apparatus, is excellent in thermal conduction efficiency and radiation performance, and can be thinned in its entire structure. A liquid cooling unit (9) and an air cooling unit (12) are integrally formed, and the heat absorbing surface (metal lid) (19) of the liquid cooling unit (9) is in contact with or joined with heat generating components such as a CPU (6) and a heating element (7) that consumes power most within the enclosure (2), is small in area and locally generates heat. The liquid cooling unit (9) is provided with an electromagnetic pump or a liquid cooling pump (14) for circulating a coolant through a circulating path (10), and, when the coolant is circulated by the liquid cooling pump (14), heat generated by heat generating components such as the CPU (6) and the heating element (7) is thermally diffused to the entire liquid cooling unit (9) by heat transmission.

(57) 要約: 本発明は、組立や電子機器への取付が容易であり、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化することができる電子機器の冷却装置を提供する。液冷部9と空冷部12とが一体成形され、筐体2の中でも最も消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴うCPU6や発熱体7等の発熱部品に対し、液冷部9の吸熱面(金属蓋)19が接触あるいは接合されている。液冷部9には、流通路10の中の冷媒を循環させる電磁ポンプである液冷用ポンプ14が設けられており、液冷用ポンプ14によって冷媒を循環させることにより、CPU6や発熱体7等の発熱部品で発生した熱を熱伝達により液冷部9全体に熱拡散させる。

Best Available Copy

WO 2004/017698 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

電子機器の冷却装置

技術分野

本発明は、電子機器の冷却装置に関し、特にノート型パソコン等に搭載されるCPU等の発熱部品を冷却するのに適した電子機器の冷却装置に関する。

本発明に関する現時点での技術水準をより十分に説明する目的で、本願で引用され或いは特定される特許、特許出願、特許公報、科学論文等の全てを、ここに、参照することでそれらの全ての説明を組入れる。

背景技術

近年のパソコン等の電子機器においては演算処理量の増大とその高速化に伴って消費電力の大きいCPU等の発熱体が搭載されており、当該発熱体が発生する熱量は増加の一途であるが、これら電子機器で使用されている様々な電子部品は、耐熱信頼性や動作特性の温度依存性からその使用温度範囲が通常限定されているため、これら電子機器においては内部で発生する熱を効率よく外部に排出する技術の確立が急務となっている。

一般にパソコン等の電子機器においては、CPU等に吸熱部品として金属性ヒートシンクやいわゆるヒートパイプ等を取り付けて熱伝導による電子機器全体への熱の拡散や、電磁式の冷却用のファンを筐体に取り付けて電子機器内部から外部へ熱の放出を行っていた。

しかしながら、例えばノート型パソコンのような電子部品が高密度実装された電子機器においては、電子機器内部での放熱空間が少ないため、従来の冷却ファン単独、あるいは冷却ファンとヒートパイプとを組み合わせた冷却方式では30W程度までの消費電力のCPUにおいては対応可能冷却効果があったが、これ以上の消費

電力のCPUでは内部の熱を十分に放出することが困難になっていた。

また、送風能力の大きい冷却ファンの設置が必須となり、このような電磁式の冷却ファンの場合、その回転羽根の風きり音等の騒音のために静音性が大きく損なわれていた。

さらに、サーバ用のパソコンにおいても、普及率の増大に伴って小型化や静音化の要請が強くなっており、そのために熱の放出についてもノート型パソコンと同様な問題が生じていた。

これらの問題を解決する方法として、特開2002-94276号公報および特開2002-94277号公報により開示されている従来の電子機器の冷却装置がある。

図1は、従来の電子機器の冷却装置の構成を示す横断面図である。

従来の冷却装置は、図1に示すように、吸熱部101と、熱伝導用放熱パイプ102、および強制空冷部104とから構成されている。吸熱部101はその一面にCPU等の高い消費電力のデバイスと接触する吸熱部分を有する。吸熱部101の内部には、液流路105が設けられる。液流路105は、放熱パイプ102を経て強制空冷部104に接続されている。強制空冷部104は、放熱部として作用する。強制空冷部104は、液体循環用ポンプ106と、空冷ファン103と、該液体循環用ポンプ106および該空冷ファン103を収納するハウジング部107とからなり、これらはガスケットを介して一体に組み立てられている。

消費電力の高いデバイスで発生した熱は、これに接触している吸熱部101に伝達され、吸熱部101の内部の液流路105の液体を温度を上昇させる。液流路105内の液体は、液体循環用ポンプ106により発生する圧力により放熱パイプ102を経て強制空冷部104に運ばれる。強制空冷部104においては、空冷ファン103により液流路105で温度上昇した液体が冷却され温度低下する。温度低下した液体は、循環して吸熱部101に帰還する。一方、強制空冷部104で液体を冷却したことにより、温度上昇した強制空冷部104内の空気は空冷ファン10

3によりハウジング部107の外に排熱される。

しかしながら、従来の冷却装置は、吸熱部101と、放熱部としての強制空冷部104と、これらを結ぶ放熱パイプ102とから構成され、さらにこれらに加えてポンプカバーや吸熱器カバー等が付加されている。このため、組み立てや電子機器本体への取り付けが複雑になると共に、ファンによる強制空冷が液体循環用ポンプ106が存在する強制空冷部104の周辺に限定されているために、冷却効率が不十分であるという問題点があった。

さらに、従来の冷却装置は、強制空冷を液体循環用ポンプ106を使用して行っているために、ポンプ部の寸法がポンプ単体の場合に比べて特になくなり複雑化し、全体の構成が厚くなってしまいう問題点があった。

また、従来の冷却装置は、樹脂製のガスケットを用いて組み立てているために、長期間の使用により内部の冷却用液体が僅かずつ外部に蒸散して失われ、その結果冷却性能が劣化するという問題点があった。

発明の開示

前述の状況の下、前述した問題点の無い電子機器の冷却装置を提供することが望まれていた。

従って、本発明は目的は、前述した問題点の無い電子機器の冷却装置を提供することにある。

更に、本発明は目的は、組立や電子機器への取付が容易であり、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化を可能にする電子機器の冷却装置を提供することにある。

本願発明は、電子機器内の発熱部品を冷却する電子機器の冷却装置であって、前記発熱部品からの熱を冷媒によって拡散させる液冷機構と、該液冷機構によって拡散された熱を大気中に放熱する空冷フィン群が形成されている空冷機構とを具備し、前記液冷機構上に前記空冷機構が積層されている電子機器の冷却装置を提供する。

前記液冷機構は、前記発熱部品に接触あるいは接合させて熱を吸収する吸熱面と、該吸熱面に沿って形成された前記冷媒が流れる流通路と、該流通路内の前記冷媒を循環させる液冷用ポンプとを含んでもよい。

前記流通路は、溝部が形成された基体と前記吸熱面との接合により形成されてもよい。

前記空冷フィン群と前記基体とは一体成型されてもよい。

前記空冷フィン群を構成する複数のフィンの内の少なくとも一つのフィンの内部に前記流通路が形成されていてもよい。

前記空冷機構は、前記空冷フィン群に空気を流すための空冷ファンを含んでいてもよい。

前記空冷機構は、前記空冷フィン群の全体を覆う第1の風洞部を含み、該第1の風洞部より前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させるよう構成してもよい。

前記液冷機構には、前記空冷機構に空気を供給するための少なくとも1つの空気孔が形成されるよう構成してもよい。

前記空冷フィン群は、複数のグループに分割されており、前記液冷機構には、前記空冷フィン群に空気を供給する空気穴が前記空冷フィン群の複数のグループ毎に形成されるよう構成してもよい。

前記空冷機構は、前記空冷フィン群の複数のグループをそれぞれ覆う第2の風洞部を含み、該第2の風洞部により前記空冷フィン群の複数のグループ間で熱干渉を生じないように前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させるよう構成してもよい。

前記空冷機構は、前記第2の風洞部毎に空冷ファンを含むよう構成してもよい。

前記空冷機構は、前記空冷フィン群の全体を覆う第1の風洞部と、前記空冷フィン群を複数のグループ毎にそれぞれ覆う複数の第2の風洞部と、前記第1の風洞部によって形成される共通空気流路と、前記複数の第2の風洞部によって形成される

複数の個別空気流路とを含むよう構成してもよい。

前記空冷機構は、前記共通空気流路に配置された空冷ファンを含み、該空冷ファンにより前記個別空気流路のそれぞれに空気の流れを生じさせるよう構成してもよい。

前記個別空気流路と前記共通空気流路との境界の開口部の断面積は、前記個別空気流路の空気流量が一定になるように、前記空冷ファンから遠ざかるにつれて大きくなるように形成してもよい。

前記空冷機構は、支持部に支持された圧電材と、該圧電材に結合されて該圧電材への電圧制御により振動することで空気の流れを生出す送風用平板とからなる圧電ファンを含むよう構成してもよい。

前記送風用平板は、前記圧電材から遠ざかるに従って幅が広くなる形状を有するよう構成してもよい。

前記送風用平板は、前記圧電材に近い側に位置し第一の厚さを有する第一の部分と、前記圧電材から遠い側に位置し前記第一の厚さより厚い第二の厚さを有する第二の部分とから構成してもよい。

前記送風用平板は、前記圧電材に近い側に位置し第一の厚さを有する第一の部分と、前記圧電材から遠い側に位置し前記第一の厚さより厚い第二の厚さを有する第二の部分とから構成してもよい。

前記空冷機構は、複数の前記圧電ファンの流れ方向に沿った配列を含み、隣接して配置されている前記圧電ファンの前記送風用平板の振動を $1/2$ 周期又は $1/4$ 周期分位相ずらして駆動させることを特徴とする。

前記流通路は、循環方式で閉じている閉ループであり、当該閉ループの一部に前記流通路の断面積よりも小さい断面積を有するマイクロチャネル構造が形成されるよう構成してもよい。

前記マイクロチャネル構造は、幅の小さい溝が複数個配列された基体と前記吸熱面との接合により形成してもよい。

前記液冷機構は、平板型圧電素子を駆動源とする圧電ポンプを含み、該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させるよう構成してもよい。

前記圧電ポンプは、前記冷媒の流れる方向を規制する板羽根構造の逆止弁を有する積層プレート構造を有するよう構成してもよい。

前記圧電ポンプは、前記液冷機構内に組み込まれ、前記圧電ポンプと前記液冷機構とは、金属素材を用いて一体連結されてもよい。

前記圧電ポンプは、前記冷媒を吸入および排出する複数のポンプ部と、該複数のポンプ部をそれぞれ駆動する複数の圧電ポンプ駆動部とで構成してもよい。

前記複数の圧電ポンプ駆動部は、前記複数のポンプ部の前記冷媒の吸入および排出を異なるタイミングで制御させてもよい。

前記圧電ポンプ駆動部は、前記ポンプ部の排出時間より吸引時間を2倍以上長くさせるよう構成してもよい。

前記液冷機構は、円環状圧電アクチュエータを駆動源とする圧電ポンプを含み、該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させるよう構成してもよい。

前記液冷機構は、発熱体による前記冷媒の蒸発により前記冷媒を循環させる蒸発方式ポンプを含むよう構成してもよい。

前記蒸発方式ポンプは、複数の前記発熱体を含み、前記複数の発熱体の発熱タイミングを制御することによって前記冷媒が流れる方向を決定させるよう構成してもよい。

前記冷媒を循環させる液冷用ポンプと前記空冷フィン群とに空気を供給する空冷ファンと、前記液冷用ポンプおよび前記空冷ファンを駆動する電気制御回路とを更に含み、該電気制御回路への外部からの入力が直流であるよう構成してもよい。

前記電気制御回路部は、前記発熱部品の温度情報を取り込み、前記発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持させるように前記液体ポンプ及び前記空冷ファンを駆動させるよう構成してもよい。

さらに本願発明は、前述の冷却装置を搭載した電子機器を提供する。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来の電子機器の冷却装置の構成を示す横断面図である。

図 2 A は、本発明に係る好適な実施の形態における電子機器に組み込まれた冷却装置の構成を示す断面図である。

図 2 B は、図 2 A に示す冷却装置を裏面側から見た斜視図である。

図 2 C は、図 2 B に示す A-B 線の断面図である。

図 3 A 及び 3 B は、図 2 A 及び 2 B に示す冷却装置の構成を示す横断面図である。

図 4 は、図 2 A 及び 2 B に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

図 5 は、図 2 A 及び 2 B に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

図 6 は、図 2 A、2 B 及び 2 C に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

図 7 は、図 6 に示す冷却装置の液冷部の C-D 断面を上方から見た上平面断面図である。

図 8 は、図 2 に示す空冷フィン群に形成された空冷フィン群内流路の構成を示す横断面図である。

図 9 A は、図 8 に示す空冷フィン群内流路の E-F 断面での構造の第一の例を示す部分断面図である。

図 9 B は、図 8 に示す空冷フィン群内流路の E-F 断面での構造の第二の例を示す部分断面図である。

図 9 C は、図 8 に示す空冷フィン群内流路の E-F 断面での構造の第三の例を示す部分断面図である。

図 9 D は、図 8 に示す空冷フィン群内流路の E-F 断面での構造の第四の例を示す部分断面図である。

図 10 A は、図 9 A に示す空冷フィン群内流路の A-A 断面での構造を示す部分断面図である。

図10Bは、図9Bに示す空冷フィン群内流路のA-A断面での構造を示す部分断面図である。

図10Cは、図9Cに示す空冷フィン群内流路のA-A断面での構造を示す部分断面図である。

図10Dは、図9Dに示す空冷フィン群内流路のA-A断面での構造を示す部分断面図である。

図11は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの構成を示す斜視図である。

図12Aは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第1の変形例を示す上平面図である。

図12Bは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第2の変形例を示す上平面図である。

図13Aは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第3の変形例を示す上面図である。

図13Bは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第4の変形例を示す側面図である。

図14は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして複数の圧電ファンを使用した例を示す側面図である。

図15Aは、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの変形例の構成を示す斜視図である。

図15Bは、図15Aに示す圧電ファンを複数使用した例を示す側面図である。

図16は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する積層型圧電ポンプの構成を示す断面図である。

図17は、図16に示す積層型圧電ポンプの構成を示す構成図である。

図18Aは、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する円環状圧電ポンプの積層構造を示す断面図である。

図 18 B は、図 18 A に示す積層構造の G-H 断面図である。

図 18 C は、図 18 A に示す積層構造の下面図である。

図 19 は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプの構成を示す部分上面図である。

図 20 A は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプのある時間における蒸発の様子を示す横断面である。

図 20 B は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプにおける、図 20 A の状態から 100 ミリ秒経過した時の蒸発の様子を示す横断面である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図 2 A は、本発明に係る好適な実施の形態における電子機器に組み込まれた冷却装置の構成を示す断面図である。図 2 B は、図 2 A に示す冷却装置を裏面側から見た斜視図である。図 2 C は、図 2 B に示す A-B 線の断面図である。

ノート型パーソナルコンピュータ（以下ノート PC と言う）を本実施の形態の電子機器の冷却装置を搭載する電子デバイスの 1 つの典型例にして以下説明を行うが、本実施の形態の電子機器の冷却装置の適用はノート型パーソナルコンピュータに限るものではなく、動作に伴ない発熱する装置に適用できる。ノート PC において、図 2 A を参照すると、CD-ROM 3 と、PC カード 4 と、HDD 5 と、局所的な発熱を伴う CPU 6 および例えばチップセット等の発熱体 7 とがマザーボード 8 に実装される。該マザーボード 8 は、外形で厚み 3～4 センチメートルほどの筐体 2 の中に收容される。すなわち、筐体 2 により画定される狭い空間に多くの電子部品が搭載される。なお、筐体 2 の外部には、キーボード 11 及び図示しない LCD 等の表示部が設けられる。

図 2 A、2 B 及び 2 C を参照すると、本実施の形態の電子機器の冷却装置 1 は、

液冷部 9 と空冷部 1 2 とからなる。該液冷部 9 と該空冷部 1 2 とは一体に成形されている。筐体 2 中に收容される電子部品の中でも最も消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴うものは、CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品である。これら CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品に対し、液冷部 9 の吸熱面 1 9 が接触あるいは接合されている。吸熱面は、例えば金属蓋で構成してもよい。なお、図 2 B は、液冷部 9 の内部の流通路 1 0 を説明するために、実際には接合されて閉じている冷却装置 1 の下側の蓋となる吸熱面（金属蓋）1 9 を取り外した状態を示している。

液冷部 9 には、水や不凍液等の冷媒が流れる流通路 1 0 が吸熱面（金属蓋）1 9 に沿って形成されている。図 2 C を参照すると、流通路 1 0 は、溝部が形成された基体 2 4 の下面に吸熱面（金属蓋）1 9 を接合させることによって画定される空間で構成されている。流通路 1 0 内には冷却用の冷媒が充填される。基体 2 4 と吸熱面（金属蓋）1 9 とは、例えば、銅（Cu）やアルミニウム（Al）材等の導電性の高い金属材料から構成される。CPU 6 や発熱体 7 等で発生した熱は、吸熱面（金属蓋）1 9 を介して流通路 1 0 内の冷媒および基体 2 4 に伝えられる。なお、吸熱面（金属蓋）1 9 は、液冷部 9 の基体に対して拡散接合（ろう付け）、圧接、リングを用いた接合方法等のいずれかの方法により接合される。

また、液冷部 9 には、流通路 1 0 の中の冷媒を循環させるための電磁ポンプからなる液冷用ポンプ 1 4 が設けられている。液冷用ポンプ 1 4 によって冷媒を循環させることにより、CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品で発生した熱を熱伝達により液冷部 9 全体に熱拡散させる。

さらに、吸熱面（金属蓋）1 9 から液冷部 9 を貫通し、空冷部 1 2 に連通する複数の空気孔 1 5 a ～ 1 5 e が液冷部 9 に設けられる。該複数の空気孔 1 5 a ～ 1 5 e は、流通路 1 0 を回避する位置に存在する。冷却空気 2 3 が筐体 2 に設けられている空気流入口 1 7 から筐体 2 内に流入され、更に該複数の空気孔 1 5 a ～ 1 5 e を通過して空冷部 1 2 に供給される。

図 2 A、2 B 及び 2 C を参照すると、空冷部 1 2 には、銅（Cu）やアルミニウ

ム（A1）等の導電性の高い金属材料からなる空冷フィン群13e～13eと、空冷フィン群13a～13eの熱を周辺の空気に排出する空冷ファン16と、空冷部12から冷却空気23が周辺部に飛散して冷却効率を妨げないように空冷フィン群13a～13eの上面を覆う空冷ファンカバー（風洞1）20と、空冷フィン群13a～13eの相互間で熱干渉が起きないように空冷フィン群13a～13e毎に冷却空気23の流路を形成するフィンカバー（風洞2）22a～22eとが設けられている。なお、空冷部12の空冷フィン群13a～13eと液冷部9の基体24とは、銅やアルミニウム等の同一金属により一体成型され、液冷部9からの熱が効率的に空冷部12に伝えられる。

CPU6や発熱体7等の発熱部品から発生した熱は、液冷用ポンプ14によって流通路10内を循環する冷媒に熱伝導で伝わった後、閉じた中で循環する冷媒を介する熱伝達により液冷部9全体に熱拡散される。該拡散された熱は、更に、空冷部12の空冷フィン群13a～13eへ熱伝導により伝えられる。該空冷フィン群13a～13eに伝えられた熱は、更に、空冷ファン16によって形成される冷却空気23の流れによって筐体2外に熱放出される。すなわち冷却空気23は、筐体2に設けられている空気流入口17から筐体2内に流入し、液冷部9に設けられた空気孔15a～15eを通過して空冷フィン群13a～13eの内部にそれぞれ分散される。更に、空冷フィン群13a～13eの各々の該冷却空気23は、その他の空冷フィン群13a～13eと熱干渉することなく空冷ファン16を通り、更に筐体2の空気流出口18を通して筐体2外に熱放出される。

電子機器筐体内に自由空間の存在するデスクトップパソコンでは、空冷部12として空冷フィン群13a～13eのみを有する自然空冷条件でも消費電力25W程度のCPU6の冷却が可能である。しかし、本実施の形態の筐体2のような狭い空間に25Wを超える電子部品が搭載される電子機器においては、空冷フィン群13a～13eに伝えられた熱が筐体2内に籠もってしまい、筐体2内の温度上昇が起きるのを回避するため、筐体2外に熱を排出するための空冷ファン16が必要にな

ってくる。

次に、冷却装置 1 の空冷部 1 2 の具体的な構成について図 3 乃至図 5 を参照して詳細に説明する。図 3 乃至図 5 は、図 2 A 及び 2 B に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

図 2 A 及び 2 B に示す空冷部 1 2 の空冷ファン 1 6 として、図 3 A 及び 3 B に示すように、公知の DC ファン 2 1 を使用することができる。図 3 A に示すように、DC ファン 2 1 は、可能であれば液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 との間隙に配置させてもよい。DC ファン 2 1 を液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 との間隙に配置できない場合には、代替的に図 3 B に示すように、空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 の上部に DC ファン 2 1 を配置させることも可能である。

また、図 2 A 及び 2 B に示す空冷部 1 2 の空冷ファン 1 6 として、代替的に図 4 に示すように、空冷部 1 2 のフィンカバー（風洞 2）2 2 a ~ 2 2 e の冷却空気出口付近に内蔵空冷ファン 3 0 a ~ 3 0 e をそれぞれ配置させることも可能である。内蔵空冷ファン 3 0 a ~ 3 0 e によって冷却空気 2 3 の流れを形成する場合には、フィンカバー（風洞 2）2 2 a ~ 2 2 e がファンカバーとしての役割をするため、空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 を設けなくても良い。

空冷部 1 2 の空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e は、液冷部 9 に形成された複数の空気孔 1 5 a ~ 1 5 e から流入する冷却空気 2 3 を効率よく取り込むために、分割された複数のグループから構成される。すなわち、それぞれの空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e には、それぞれ空気孔 1 5 a ~ 1 5 e からの冷却空気 2 3 が供給されることになる。さらに、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e を分割された複数のグループから構成しただけでは、CPU 6 や発熱体 7 からの発熱によって空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e の相互間で熱干渉が生じてしまう。このため、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e のそれぞれを通過した冷却空気 2 3 がその他の空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e に供給されないように冷却空気 2 3 の流れを規制する複数のフィンカバー（風洞 2）2 2 a ~ 2 2 e が空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e のそれぞれに対応して設けられている。

また、空冷フィン群13a～13eと複数のフィンカバー（風洞2）22a～22eとによって規制された冷却空気23の流れに対し、さらに効率よく熱を筐体2外に排出するために、共通空気流路を流れる冷却空気23が発散しないよう全体を覆う空冷ファンカバー（風洞1）20を備えている。すなわち、空冷ファンカバー（風洞1）20によって空冷フィン群13a～13eを流れる空気の共通空気流路が形成され、フィンカバー（風洞2）22a～22eによって空冷フィン群13a～13eのそれぞれを流れる空気の個別空気流路が形成されている。

さらに、図5に示すように、空冷フィン群13aのフィンカバー22aとDCファン21との間隙をフィン間隙40aとし、該フィンカバー22aと、空冷フィン群13b～13dのフィンカバー22b～22dとの間隙をフィン間隙40b～40dとし、該フィンカバー22b～22dと空冷フィン群13eのフィンカバー22eとの間隙をフィン間隙40eとすると、フィン間隙40aよりフィン間隙40b～40dの方が大きく、且つフィン間隙40b～40dよりフィン間隙40eの方が大きい。すなわち、フィン間隙40a～40eと、共通空気流路との境界の開口部の面積は、DCファン21から遠ざかるにつれて大きくなる。すなわち、複数の空気孔15a～15eからそれぞれ流入して、フィンカバー（風洞2）22a～22eで形成される個別空気流路に存在する空冷フィン群13a～13eを介して流れる冷却空気23の流量が、各空冷フィン群13a～13eにおいて均等になるように、上記開口部の面積をコントロールすることにより圧力制御して空冷フィン群13a～13e内部を通過する冷却空気23の流速を一定に保っている。

次に、冷却装置1の液冷部9の具体的な構成について図6および図7を参照して詳細に説明する。

図6は、図2A、2B及び2Cに示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。図7は、図6に示す冷却装置の液冷部のC-D断面を上方から見た上平面断面図である。

図2A、2B及び2Cに示す液冷部9の液冷用ポンプ14は、空冷部12の空冷

フィン群 13 a ~ 13 e と一体成形される流通路 10 内に内蔵された図 6 および図 7 に示す液体駆動ポンプ 50 で構成することができる。流通路 10 内に内蔵された液体駆動ポンプ 50 を使用することにより、流通路 10 内の冷媒と液体駆動ポンプ 50 とを配管等で接続する必要を無くして、閉じた狭い空間内で冷媒を循環することができる。

流通路 10 は、図 7 に示すように、循環方式により閉じたループ状流通路 60 から構成される。該ループ状流通路 60 は、液冷部 9 に形成された複数の空気孔 15 a ~ 15 e を避けるように閉ループ状に形成され、冷却装置 1 全体への熱拡散機能を有する。また、CPU 6 等で発生した熱を素早く移動させるために、CPU 6 等に対応するループ状流通路 60 の部分では、CPU 6 等よりも横方向（図 7 中上下方向）に長く形成されている。

搭載される多くの電子部品の中でも発熱量の大きい CPU 6 に対応する部分には、図 7 に示すように、マイクロチャネル 61 が形成されている。マイクロチャネル 61 は、CPU 6 に接する吸熱面（金属蓋）19 の近傍に位置し、基体 24 に形成された幅 1 mm 以下の複数の小さい溝部から構成する。マイクロチャネル 61 は、ループ状流通路 60 よりも断面積が小さい分割された複数の流路で構成することで、マイクロチャネル 61 で流速を高めて熱交換効率を改善する。しかしながら、マイクロチャネル 61 では、流路での抵抗が増大するため、CPU 6 付近のみに限定して設けるべきである。

ループ状流通路 60 内の冷媒として、例えば体積当たりの熱容量の大きい水等の液体を用いることによって、気体等に比べて飛躍的に放熱性能を上げることができる。また、ループ状流通路 60 の長さを CPU 6 サイズ以上とすることで、ループ状流通路 60 内を循環する冷媒との接触面積を大きくし、熱伝達が効率的に行われる。ただし、接触表面積を必要以上に大きくしてしまうと圧力損失が増大する。圧力損失が液体駆動ポンプ 50 の能力を超えると、冷媒は循環しなくなるので、放熱性能は低下する。従って、本冷却装置 1 では、放熱性能、圧力損失、液体駆動ポン

プ50の能力を考慮した最適値が接触表面積として適用される。

次に、空冷フィン群13a～13eに空冷フィン群内流路70を設けた例について図8および図9を参照して詳細に説明する。

図8は、図2に示す空冷フィン群に形成された空冷フィン群内流路の構成を示す横断面図である。図9Aは、図8に示す空冷フィン群内流路のE－F断面での構造の第一の例を示す部分断面図である。図9Bは、図8に示す空冷フィン群内流路のE－F断面での構造の第二の例を示す部分断面図である。図9Cは、図8に示す空冷フィン群内流路のE－F断面での構造の第三の例を示す部分断面図である。図9Dは、図8に示す空冷フィン群内流路のE－F断面での構造の第四の例を示す部分断面図である。図10Aは、図9Aに示す空冷フィン群内流路のA－A断面での構造を示す部分断面図である。図10Bは、図9Bに示す空冷フィン群内流路のA－A断面での構造を示す部分断面図である。図10Cは、図9Cに示す空冷フィン群内流路のA－A断面での構造を示す部分断面図である。図10Dは、図9Dに示す空冷フィン群内流路のA－A断面での構造を示す部分断面図である。

図8に示すように、空冷フィン群13a～13eの複数のフィンの内、少なくとも一つ以上のフィンの内部に冷媒が流れる空冷フィン群内流路70を形成する。空冷フィン群内流路70を、図8に示すように、空冷フィン群13aと空冷フィン群13eとの内部に形成することにより、封入された水等の冷媒が液冷部9のみならず空冷部12の空冷フィン群13aや空冷フィン群13eにも循環することになり、熱拡散効果をより高めることができる。空冷フィン群内流路70は、図9Aに示すように、空冷フィン群13aの内の一部に設けてもよい。また、図9Bに示すように、空冷フィン群13aの全てに設けてもよい。また、空冷フィン群内流路70によって空冷効率が高まるため、図9C及び図9Dに示すように、空冷フィン群13aの数を少なく形成するようにしても良い。

さらに、空冷フィン群内流路70は、図10AのA－A'断面に示すように、板状の空冷フィン群13aの中に形成してもよい。また、図10BのA－A'断面お

よび図10CのA-A'断面に示すように、パイプ状の空冷フィン群内流路70自体が空冷フィン群13aとして機能するよう形成してもよい。さらに、パイプ状の空冷フィン群内流路70自体を空冷フィン群13aとして用いる場合には、図10DのA-A'断面に示すように、空冷フィン群内流路70の間隙に金属網からなるラジエーター構造を設けて空冷効率を向上させると好適である。

次に、空冷ファン16として使用することができる圧電ファンの構成について図11、12A、12B、13A、13B、14、15A及び15Bを参照して詳細に説明する。

図11は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの構成を示す斜視図である。図12Aは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第1の変形例を示す上平面図である。図12Bは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第2の変形例を示す上平面図である。図13Aは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第3の変形例を示す上面図である。図13Bは、図11に示す圧電ファンの送風プレートの第4の変形例を示す側面図である。図14は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして複数の圧電ファンを使用した例を示す側面図である。図15Aは、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの変形例の構成を示す斜視図である。図15Bは、図15Aに示す圧電ファンを複数使用した例を示す側面図である。

図2Aおよび図2Bに示す本実施の形態の電子機器の冷却装置1の空冷ファン16として圧電ファン200を使用することができる。圧電ファン200は、図11を参照すると、圧電素子201の一端に送風プレート202を接合して、圧電素子201の他端を支持体203に固定した圧電ファンであり、圧電素子201に通電駆動することにより、送風プレート202が上下に振動して、結果として空気を送ることができる。

図12Aは、送風プレート202として、プレート横幅が先端に近づくほど線形的に大きくなる台形プレートを使用した第1の変形例を示す。図12Bは、送風プ

プレート202として、プレート横幅が先端ほど非線型的に大きくなる変形プレートを使用した第2の変形例を示す。送風プレート202の第1もしくは第2の変形例を圧電ファン200に使用した場合には、いずれの場合も、側面より空気を取り込みやすくなるため、より多くの空気を送ることができ、圧電ファン200の送風量を大きくすることが可能になる。

また、送風プレート202の材質、厚さを複数種類組み合わせた構造とすることも可能である。図13Aに示す第3の変形例では、送風プレート202は、互いに弾性力の異なる送風プレート202aと送風プレート202bとからなる。圧電素子201に接合されている送風プレート202aの弾性率よりも開放端である送風プレート202bの弾性率は小さい。また、図13Bに示す第4の変形例では、送風プレート202よりも薄い薄型送風プレート204を送風プレート202の開放端に接合する。この第4の変形例では、薄型送風プレート204は送風プレート202よりも薄いため、撓りやすくなっている。送風プレート202の第3もしくは第4の変形例を圧電ファン200に使用した場合には、いずれの場合も、圧電ファン200の送風量を大きくすることが可能となる。

空冷ファン16として圧電ファン200を複数個用いることにより、空気流量の安定化を図ることが可能である。例えば、図14に示す空冷ファン構造によれば、両側に壁205を有する空気流路の流れ方向に沿って複数の圧電ファン200a～200cを一定間隔で配置する。そして、隣接する圧電ファンの駆動位相を互いに1/2ずつ、ずらすことにより、単体の圧電ファンの場合よりも安定した空気流量を実現することができる。

図15Aに示す構造の圧電ファンによれば、圧電素子201に対して、送風プレート202を接合して、さらに薄い薄型送風プレート204を該送風プレート202の側面に接合する。図15Bは、図15Aに示す空冷ファン構造によれば、圧電ファンを空気流路に沿って複数配置する。この例では5個の圧電ファン200a乃至200eを配置しており、これら5個の圧電ファン200a～200eの位相を

1 / 4 ずつ、互いにずらして駆動させている。この構造により、空気流量を安定化させることが可能となる。

次に、図 2 A、2 B 及び 2 C に示す液冷用ポンプ 1 4 として使用することができる圧電ポンプの構成について図 1 6、1 7、1 8 A、1 8 B 及び 1 8 C を参照して詳細に説明する。

図 1 6 は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する積層型圧電ポンプの構成を示す断面図である。図 1 7 は、図 1 6 に示す積層型圧電ポンプの構成を示す構成図である。図 1 8 A は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する円環状圧電ポンプの積層構造を示す断面図である。図 1 8 B は、図 1 8 A に示す積層構造の G-H 断面図である。図 1 8 C は、図 1 8 A に示す積層構造の下面図である。

低騒音、薄型かつ高い冷却機能を有する熱流体循環を促す冷却装置を実現するために、冷媒の循環を促すポンプの役割は極めて重要である。さらに、携帯性を必要とする小型電子機器では、携帯性が必要であり、電気エネルギー供給源として、A C-D C アダプター等の商用電源のみならず電池が用いられる。電池はその電気エネルギー蓄積容量に制限があるため、冷却装置の消費電力は極小にしなければならない。さらにポンプ駆動源の発熱は、冷却液の温度上昇を誘起し、冷却装置の熱交換効率を悪化させる。それ故、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率の高いポンプ駆動源を使用する必要がある。一般的に、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率の高い素子として圧電セラミックスを用いた圧電アクチュエータが知られている。分極処理された圧電セラミックスは、金属板等に貼り付けて動作させることにより屈曲振動を励起させることが可能であり、このような積層プレート構造の圧電アクチュエータは、変位量は大きくないが、一般に電磁式のアクチュエータに比べて、薄型化が可能であり、発生力も大きくとれ、高周波駆動も容易であるという特徴がある。

しかし、圧電アクチュエータの屈曲動作を利用した圧電ポンプには、流れを一方

向に誘導するために逆止弁が必要になるため、その質量に起因した流速の遅延、および圧力損失の発生を防止する必要がある。また、圧電ポンプ部と流路との結合部が樹脂等の弾性体で構成されているとやはり圧力損失の発生が起こり得る。さらに長期に使用した後では前記結合部に使用されている弾性体は劣化が起こり個々を基点とした冷却媒体のもれや揮発等の発生が起こり得る。また、冷却液が密閉された冷媒循環型の冷却装置では、逆止弁に間欠動作になり、一定流量を得にくい。また、循環密閉型冷却装置においては、流路内の冷却液中に発生する気泡による圧損の対策が必要となる。また、加熱源の熱量は時間変動が生じるが、この熱量変動により冷却装置を循環する冷却液の液温変動による粘性等の物性変化や、冷却装置を構成する部材の熱膨張係数の変化のため、圧力変動による流量変動が生じやすい。また、逆止弁がポンプの下側の位置に配置されているとこの寸法によりポンプの薄型化が困難になる。従って本発明の電子機器の冷却装置 1 に圧電ポンプを使用する場合には、このような問題点を解決する必要がある。

本発明に適用される積層型圧電ポンプとしては、図 16 に示すような、2 個の圧力室を有する積層プレート構造の一体型屈曲型圧電ポンプを使用することができる。一体型屈曲型圧電ポンプは、圧電板 113、114 のそれぞれ伸縮運動により圧力室 122、123 への液体の導入および該圧力室 122、123 からの液体の排出を行うことにより、流入口 162 から液体を取り入れ、排出口 163 から液体を排出する。圧力室 122、123 には、液体の流れる方向を規制する流入逆止弁 132、133 と、排出逆止弁 154、155 とがそれぞれ設けられている。なお、図 16 では、流入口 162 と排出口 163 とが左右に一つずつ存在しているが、ポンプから離れた場所で流路は、合流される構造になっており、図 16 中に示す矢印は、冷媒等の液体の流れる方向を示している。また、一体型屈曲型圧電ポンプは、図 6 に示す液体駆動ポンプ 50 のように、液冷部 9 内に組み込まれ、一体型屈曲型圧電ポンプと液冷部 9 との結合をアルミニウム、ステンレス、銅等の金属素材を用いて一体連結されているため、圧力損失が防止されている。

流入孔 1 6 2 から流入した液体は、予備室 1 6 6 に入って減速され、次に流入孔 1 4 2、1 4 3 を通じて流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 に達する。このとき、流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 は圧力室 1 2 2、1 2 3 の方向に持ち上がり、液体は、圧力室 1 2 2、1 2 3 に達する。圧力室 1 2 2、1 2 3 においては、圧電板 1 1 3、1 1 4 の伸縮運動により振動板 1 1 5 の屈曲振動が励振され、液体が加圧され、流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 が下降して流入孔 1 4 2、1 4 3 を塞ぐため逆流することはない、同時に排出逆止弁 1 5 4、1 5 5 が下降するため、液体は、排出孔 1 4 4、1 4 5 を通じて排出口 1 6 3 から排出される。なお、流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 および排出逆止弁 1 5 4、1 5 5 は、例えば板羽根構造等により薄型化されたものであり、液体の運動を阻害することなく高速に動作する。

次に一体型屈曲型圧電ポンプの具体的な作製方法について図 1 7 を参照して詳細に説明する。

圧電板 1 1 3、1 1 4 は、ジルコン酸・チタン酸鉛系セラミックス材料を用いた。圧電セラミックス材料を、長さ 1 5 mm、幅 1 5 mm、厚さ 0. 1 mm の形状に加工し、両主面に銀電極を焼成法により形成した。なお、電極は導電性のある、金、ニッケル、クロム、銅、銀・パラジウム合金、白金等を用いても良く、電極形成法も、スパッタ法、メッキ法、蒸着法、化学気相法等用いても特性に影響を及ぼさない電極を形成した圧電板 1 1 3、1 1 4 を振動板 1 1 5 にエポキシ系接着剤を用いて接合した。当該接合にはアクリル系もしくはポリイミド系接着剤を使用しても良い。また、本実施例では、圧電板 1 1 3、1 1 4 を機械加工により作製したが、振動板 1 1 5 としてジルコニアセラミックスやシリコンを用いれば、これに圧電セラミックスを、印刷焼成法やスパッタ法、ゾルゲル法、化学気相法により一体形成することが可能である。

図 1 7 を参照すると、長さ 5 0 mm、幅 5 0 mm、厚さ 0. 0 5 mm のアルミニウムからなる振動板 1 1 5 と、長さ 5 0 mm、幅 5 0 mm、厚さ 0. 2 mm のアルミニウムからなる圧力室板 1 2 1 と、長さ 5 0 mm、幅 5 0 mm、厚さ 0. 5 mm

のアルミニウムからなる上部逆止弁板 131 と、長さ 50 mm、幅 50 mm、厚さ 0.2 mm とアルミニウムからなる中央部逆止弁板 141 と、長さ 50 mm、幅 50 mm、厚さ 0.1 mm のアルミニウムからなる下部逆止弁板 151 と、長さ 50 mm、幅 50 mm、厚さ 0.4 mm のアルミニウムからなる流入排出板 161 と、長さ 50 mm、幅 50 mm、厚さ 0.1 mm のアルミニウムからなる弾性板 171 と、長さ 50 mm、幅 50 mm、厚さ 1 mm のアルミニウムからなる剛性板 181 とを拡散接合法により積層一体化し、総厚さ 2.55 mm の薄型ポンプ形状とした。

振動板 115 の圧力室 122、123 のそれぞれに対応する位置には、圧電板 113、114 を接合し、圧電板 113、114 には、それぞれ電源 111、112 を接続した。また、圧力室板 121 には、幅 15 mm、長さ 15 mm の圧力室 122、123 を形成し、上部逆止弁板 131 には、流入逆止弁 132、133 と排出孔 144、145 とを形成し、中央部逆止弁板 141 には、流入孔 142、143 と排出孔 144、145 とを形成し、下部逆止弁板 151 には、排出逆止弁 154、155 と流入孔 142、143 とを形成し、流入排出板 161 には、流入口 162 および流入流路 164 と排出口 163 および排出流路 164 と予備室 166 とを形成し、剛性板 181 には、弾性板中抜き 182 を形成した。流入孔 142、143 および排出孔 144、145 は、直径 5 mm に形成し、流入逆止弁 132、133 および排出逆止弁 154、155 は、長さ 10 mm、幅 6 mm とし、その先端を各流入孔、および排出穴を塞ぐ位置に配置した。なお、圧電板 113、114 は、圧電セラミックスと電極を交互に積層した構造にすれば低電圧駆動が可能である。さらに、振動板 115 をはさみ、上下部に圧電板 113、114 を 1 枚ずつ配置したパイモルフ構造にすれば、流入圧、排出圧が向上できる。

また、図 17 に示すように 2 個以上の圧力室 122、123 を複数のポンプ部として形成し、少なくとも 2 個のポンプ部を、一方のポンプ部が液体排出時に、一方のポンプ部が液体流入を行い、液体流入されたポンプ部が今度は液体排出を行い、液体搬出した一方のポンプ部が液体流入を行うというように 2 個のポンプ部を連動

させて駆動させることで液体の流量を一定に保つことができる。

例として、流入動作時には、圧電板 113、114 に DC 50 V、AC 振幅 50 V、10 kHz、半周期の電界を印加して、また排出時は DC 50 V、流入時とは逆相の AC 50 V、5 kHz の電界を印加して圧電ポンプを駆動させた。なお、2 つのポンプは各逆相すなわち交互に動作させるよう制御を行うことで流量を安定化させることが可能である。さらに、電源 111、112 の駆動電圧を調整して、1 個のポンプ部の排出時間より吸引時間を 2 倍以上長くする。これにより排出時に生じるポンプ室内の液の乱流が吸入時に沈静化するため、排出効率を向上できる。また、下部逆止弁板 151、流入排出板 161、弾性板 171、剛性板 181 を金属材料で作製し、これを冷媒循環部と共有すれば、従来例に示される接合部を必要とせず、従って同部位による圧力損失を防止できる。また、結合部に樹脂を使用しないため、長時間使用後に発生する樹脂のひび割れによる冷却液体のもれや蒸発を防止することができる。

液冷用ポンプ 14 として、図 18A、18B 及び 18C に示すような、円環状の圧電アクチュエータを配置した圧電ポンプを使用してもよい。円環状の圧電アクチュエータを配置した圧電ポンプは、円環状圧電アクチュエータを構成する各圧電板を駆動する位相を変えて順に屈曲させて進行波を発生させ、これにより逆止弁を用いることなく流路中の液体を一方向に回転させる。

図 18A を参照すると、上部保護板 191 と下部保護板 193 との 2 枚の保護板により流路 192 を密閉している。下部保護板 193 の下面には、図 18B に示すように、円環状の圧電アクチュエータ 194 が配置され、図 18C に示す流路 192 の円環部に添うように接続される。圧電アクチュエータ 194 は、例えば分極の極性を交互に反転させておき各部に位相をずらして電界を印加すると、上下方向の伸縮運動が進行波のように励振されて、流路 192 内の滞留する液体が、円環状の流路に沿って円運動を起こし、図 18C 左側の流路から液体の流入と排出が同時に起こり、一方向の流れを生じる。圧電アクチュエータ 194 の運動により逆止弁を

無くし、かつ流路 1 9 2 内で発生する気泡毎循環させるポンプを実現することができる。

次に、液冷用ポンプ 1 4 として使用することができる液体の蒸発沸騰を利用した蒸発方式ポンプの構成について図 1 9 および図 2 0 を参照して詳細に説明する。

図 1 9 は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプの構成を示す部分上面図である。図 2 0 A は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプのある時間における蒸発の様子を示す横断面である。図 2 0 B は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプにおける、図 2 0 A の状態から 1 0 0 ミリ秒経過した時の蒸発の様子を示す横断面である。

液冷用ポンプ 1 4 として使用する図 1 9 に示す蒸発方式ポンプによれば、液体流れの本流 3 0 1 から分岐した流路である支流 3 0 2 を形成して、支流 3 0 2 に発熱体 3 0 3 を設けた。発熱体 3 0 3 に通電することにより発熱体が温度上昇して発熱体に接している液体が沸点温度を超えると、液体が沸騰して蒸気 3 0 5 が発生し、液体に流れを作り出す。なお、支流 3 0 2 の発熱体 3 0 3 の手前には、液体の逆流を防止するための逆止弁 3 0 4 が設けられており、液体は一方向に流れるように制御されている。通常、液体が沸騰して気体になると大きく体積が膨張するため、閉じた流路内にある液体に対して部分的に加熱して沸騰させると、気化による膨張により液体が押し出され、これを連続的に行い、かつ流路の一部に逆止弁構造を設けることにより、液体のポンプの機能を実現できる。

図 2 0 A、2 0 B には、複数個の発熱体 3 0 3 を設けた構造の蒸発方式ポンプの構成が示されている。本流 3 0 1 内の液体に接するよう発熱体 3 0 3 が 5 個並んで配置されている。図 2 0 A は、ある時間における蒸発の様子を示し、3 つの発熱体の上から蒸気 3 0 5 が発生している。図 2 0 B は、図 2 0 A の状態から 1 0 0 ミリ秒経過した時の蒸発の様子を示している。この時、発熱体の蒸発のタイミングが所望の流れの方向へシフトしていくようにすると、流体の流れを形成することができ

る。つまり、図 20 B に示す状態の蒸発している蒸気 305 は、図 20 A に示す状態よりも左側にずれており、これを連続させることにより液体を図 20 A、20 B に矢印で示す右から左に送ることが可能になる。

なお、以上説明した実施の形態では、空冷ファン 16 として DC ファン 21、圧電ファン 200 等を使用し、液冷ポンプ 14 として電磁ポンプ、圧電ポンプ、蒸発方式ポンプ等を使用する例を挙げたが、それぞれの組み合わせは任意である。

本発明の冷却装置 1 は、任意の電子機器に搭載して、その効果を発揮することが可能である。例えば、ノート型のパソコン等は、比較的消費電力が大きく、筐体は小型薄型という特徴を有しているため、本発明の冷却装置の効果は非常に大きい。例えば厚さ 5 mm で全体の寸法が 100 mm × 200 mm 程度の本発明の冷却装置 1 を用いることにより、40 W 程度の CPU の冷却を実現可能である。従って、本発明の冷却装置 1 を搭載したノート型パソコンは、従来の冷却装置を搭載したノート型パソコンよりも、小型化、薄型化、低騒音化が可能であり、消費者にとって大きな魅力を持つノート型パソコンを実現できる。また、その他の電子機器としても、デスクトップパソコン、コンピュータサーバ、ネットワーク機器から、プラズマディスプレイ、プロジェクタ、ホームサーバ等にも搭載が可能であり、ノート型パソコンの場合と同様に小型・低騒音で高い冷却効果が得られる。

本発明の冷却装置 1 の冷却性能として、外形 200 × 100 mm、厚み 1 mm の液冷部 9 の流通路 10 内に少なくとも 20 ml 程度の冷却水を封入して流量毎分 10 ~ 20 ml で循環することにより、空冷部 12 が無い場合でも消費電力 25 W 級の CPU を動作させた時の最大温度を 90 °C 以下に抑えられることを実験により確認した。従って、従来の消費電力 25 W 級の CPU を冷却できるヒートパイプ技術や強制空冷技術に比べ、冷却部の体積を約 1 / 5 に小型かつ薄型にできる。

また、本発明の冷却装置 1 の液冷部 9 と空冷部 12 を組み合わせた構成で、外形 200 mm × 100 mm、厚み 5 mm の場合において、液冷部 9 の流通路 10 内に少なくとも 20 ml 程度の冷却水を封入して流量毎分 10 ~ 20 ml で循環し、さ

らに、フィン群や、風洞 1、風洞 2 を有する空冷部 1 2 に備えた空冷ファンから風速毎秒 0.8 m 程の強制対流を発生させることにより、消費電力 40 W 級の CPU 動作時の最大温度を 90℃以下に抑えられることを実験により確認した。従って、消費電力 40 W 級の CPU を冷却できる従来の強制空冷技術に比べ、冷却部の体積を約 1/10 に小型かつ薄型化できる。

また、本冷却装置 1 からの騒音について、冷却装置 1 の空冷部 1 2 に備えた内蔵空冷ファン 30 および液冷部 9 に備えた液体駆動ポンプ 50 のそれぞれの駆動源として、前記実施例で述べた圧電技術を採用することにより、本冷却装置 1 の動作時の騒音を 30 dB 以下に抑えることができた。消費電力 40 W 級の CPU を冷却させる従来の強制空冷技術においては、例えばノートパソコンの場合には少なくとも 2 個の DC ファン 21 が利用されており、騒音も 40 dB 程度に達しており、これに比べると大きな改善を実現した。従って、本冷却装置の搭載されたノートパソコンであれば、図書館や病院等騒音発生が問題となる公共の場所でも利用が可能となる。

冷却装置 1 の液冷部 9 と空冷部 1 2 の製造方法においては、例えば銅、アルミニウム、ステンレス等の金属材料を用い、液冷部 9 と空冷部 1 2 の一体化加工には公知のダイキャスト技術、金型技術、エッチング技術等既存のヒートシンクの場合と同様な製造技術を適用することが可能である。

以上説明したように、本実施の形態によれば、液冷部 9 と空冷部 1 2 とが積層された構成であり、各構成部品に対して平板形状もしくは平板形状に近い形状を採用することができ、各部品を積層化一体化することにより組み立てることができ、全体が平坦化形状とすることができる。また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化することができ、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、液体駆動ポンプ 50 を液冷部 9 に一体化させる構成をとることで、設計の自由度がさらに向上し、全体の厚みを 10 mm 以下、も

しくは5 mm以下と薄型化させることができ、電子機器、特にノート型パソコン等への搭載の自由度向上が図れるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、空冷部12において、複数の個別空気流路を形成して各個別空気流路に温められていない空気を取り入れるための空気孔を設けると共に、個別空気流路が通過した空気を流すための共通空気流路を形成することにより、限られたスペースの中で発熱部品から吸熱した熱を効果的に電子機器の外へ排出することが可能になるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、冷媒が流れる流通路10を有する液冷部9においては、空冷用フィンの内部にまで空冷フィン内流路70を設けたり、流通路10の一部に流速を部分的に向上させるためのマイクロチャネル61を設けたりすることにより、冷却媒体から効率よく熱交換することが可能となり冷却性能の向上を図ることができるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、液冷用ポンプ14による液体循環式冷却機構と空冷ファン16による強制空冷とを組み合わせることで、空冷ファン16の送風量を抑制することが可能であり、空冷ファン16部分からの騒音の発生を緩和させることができるという効果を奏する。

なお、本実施の形態の液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50として、電磁型ポンプ、圧電バイモルフ式ポンプ、バブル型ポンプ、あるいは空冷用ファンと兼用したポンプを用いることができ、これらのポンプを用いることで、単位時間当たりの液体循環量を増大させたり、冷却装置全体の厚みや体積を低減させたりすることができる。

さらに、本実施の形態の液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50や空冷ファン16を駆動する電気制御回路に対する外部からの入力、は、直流であることが望ましく、電気制御回路部において、CPU6、発熱体7等の発熱部品の温度情報を取り込み、発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持するように液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50や空冷ファン16を駆動させると、冷却

装置 1 の消費電力を節約することができる。

さらに、冷却装置 1 の制御回路として、液冷用ポンプ 14 もしくは液体駆動ポンプ 50 を駆動する電気駆動回路と、空冷ファン 16 を駆動する電気駆動回路とがあるが、これら電気駆動回路の入力電圧を一定電圧以下とした構成や、両者を一体化させた構成を採用することが有効であり、この場合には、制御回路の簡略化や効率化、高精度化が可能になり、冷却装置全体の高性能化を図ることができる。

なお、本発明が上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。なお、各図において、同一構成要素には同一符号を付している。

幾つかの好適な実施の形態及び実施例に関連付けして本発明を説明したが、これら実施の形態及び実施例は単に実例を挙げて発明を説明するためのものであって、限定することを意味するものではないことが理解できる。本明細書を読んだ後であれば、当業者にとって等価な構成要素や技術による数多くの変更および置換が容易であることが明白であるが、このような変更および置換は、添付の請求項の真の範囲及び精神に該当するものであることは明白である。

産業上の利用の可能性

本発明の電子機器の冷却装置は、液冷部と空冷部とが積層された構成であり、各構成部品に対して平板形状もしくは平板形状に近い形状を採用することができ、各部品を積層化一体化することにより組み立てることができ、全体が平坦化形状とすることができるため、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成を薄型化することができ、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、液体駆動ポンプを液冷部に一体化させる構成を

とすることで、設計の自由度がさらに向上し、全体の厚みを10mm以下、もしくは5mm以下と薄型化させることができ、電子機器、特にノート型パソコン等への搭載の自由度向上が図れるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、空冷部において、複数の個別空気流路を形成して各個別空気流路に温められていない空気を取り入れるための空気孔を設けると共に、個別空気流路が通過した空気を流すための共通空気流路を形成することにより、限られたスペースの中で発熱部品から吸熱した熱を効果的に電子機器の外へ排出することが可能になるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、冷媒が流れる流通路を有する液冷部においては、空冷用フィンの内部にまで空冷フィン内流路を設けたり、流通路の一部に流速を部分的に向上させるためのマイクロチャネルを設けたりすることにより、冷却媒体から効率よく熱交換することが可能となり冷却性能の向上を図ることができるという効果を奏する。

さらに、本実施の形態によれば、液冷用ポンプによる液体循環式冷却機構と空冷ファンによる強制空冷とを組み合わせることで、空冷ファンの送風量を抑制することが可能であり、空冷ファン16部分からの騒音の発生を緩和させることができるという効果を奏する。

請求の範囲

1. 電子機器内の発熱部品を冷却する冷却装置であって、前記発熱部品からの熱を冷媒によって拡散させる液冷機構と、該液冷機構によって拡散された熱を大気中に放熱する空冷フィン群が形成されている空冷機構とを具備し、前記液冷機構上に前記空冷機構が積層されている電子機器の冷却装置。
2. 前記液冷機構は、前記発熱部品に接触あるいは接合させて熱を吸収する吸熱面と、該吸熱面に沿って形成された前記冷媒が流れる流通路と、該流通路内の前記冷媒を循環させる液冷用ポンプとを含む請求項 1 記載の電子機器の冷却装置。
3. 前記流通路は、溝部が形成された基体と前記吸熱面との接合により形成されている請求項 2 記載の電子機器の冷却装置。
4. 前記空冷フィン群と前記基体とは一体成型されている請求項 3 記載の電子機器の冷却装置。
5. 前記空冷フィン群を構成する複数のフィンの内の少なくとも一つのフィンの内部に前記流通路が形成されている請求項 2 に記載の電子機器の冷却装置。
6. 前記空冷機構は、前記空冷フィン群に空気を流すための空冷ファンを含む請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。
7. 前記空冷機構は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞部を含み、前記第 1 の風洞部より前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させる請求

項 6 記載の電子機器の冷却装置。

8. 前記液冷機構には、前記空冷機構に空気を供給するための少なくとも 1 つの空気孔が形成されている請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。

9. 前記空冷フィン群は、複数のグループに分割されており、前記液冷機構には、前記空冷フィン群に空気を供給する空気穴が前記空冷フィン群の複数のグループ毎に形成されている請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。

10. 前記空冷機構は、前記空冷フィン群の複数のグループをそれぞれ覆う第 2 の風洞部を更に含み、該第 2 の風洞部により前記空冷フィン群の複数のグループ間で熱干渉を生じないように前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させる請求項 9 記載の電子機器の冷却装置。

11. 前記空冷機構は、前記第 2 の風洞部毎に空冷ファンを更に含む請求項 10 記載の電子機器の冷却装置。

12. 前記空冷機構は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞部と、前記空冷フィン群を複数のグループ毎にそれぞれ覆う複数の第 2 の風洞部と、前記第 1 の風洞部によって形成される共通空気流路と、前記複数の第 2 の風洞部によって形成される複数の個別空気流路とを含む請求項 11 記載の電子機器の冷却装置。

13. 前記空冷機構は、前記共通空気流路に配置された空冷ファンを含み、該空冷ファンにより前記個別空気流路のそれぞれに空気の流れを生じさせる請求項 12 記載の電子機器の冷却装置。

14. 前記個別空気流路と前記共通空気流路との境界の開口部の断面積は、前記個別空気流路の空気流量が一定になるように、前記空冷ファンから遠ざかるにつれて大きくなるように形成されている請求項13記載の電子機器の冷却装置。

15. 前記空冷機構は、支持部に支持された圧電材と、該圧電材に結合されて該圧電材への電圧制御により振動することで空気の流れを生出す送風用平板とからなる圧電ファンを含む請求項1に記載の電子機器の冷却装置。

16. 前記送風用平板は、前記圧電材から遠ざかるに従って幅が広がる形状である請求項15記載の電子機器の冷却装置。

17. 前記送風用平板は、前記圧電材に近い側に位置し第一の弾性率を有する第一の部分と、前記圧電材から遠い側に位置し前記第一の弾性率より高い第二の弾性率を有する第二の部分とからなる請求項15に記載の電子機器の冷却装置。

18. 前記送風用平板は、前記圧電材に近い側に位置し第一の厚さを有する第一の部分と、前記圧電材から遠い側に位置し前記第一の厚さより厚い第二の厚さを有する第二の部分とからなる請求項15に記載の電子機器の冷却装置。

19. 前記空冷機構は、複数の前記圧電ファンの流れ方向に沿った配列を含み、隣接して配置されている前記圧電ファンの前記送風用平板の振動を1/2周期又は1/4周期分位相ずらして駆動させる請求項15に記載の電子機器の冷却装置。

20. 前記流通路は、循環方式で閉じている閉ループであり、当該閉ループの一部に前記流通路の断面積よりも小さい断面積を有するマイクロチャネル構造が形

成されている請求項 2 記載の電子機器の冷却装置。

21. 前記マイクロチャネル構造は、幅の小さい溝が複数個配列された基体と前記吸熱面との接合により形成されている請求項 20 記載の電子機器の冷却装置。

22. 前記液冷機構は、平板型圧電素子を駆動源とする圧電ポンプを含み、該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させる請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。

23. 前記圧電ポンプは、前記冷媒の流れる方向を規制する板羽根構造の逆止弁を有する積層プレート構造を有する請求項 22 に記載の電子機器の冷却装置。

24. 前記圧電ポンプは、前記液冷機構内に組み込まれ、前記圧電ポンプと前記液冷機構とは、金属素材を用いて一体連結されている請求項 22 に記載の電子機器の冷却装置。

25. 前記圧電ポンプは、前記冷媒を吸入および排出する複数のポンプ部と、該複数のポンプ部をそれぞれ駆動する複数の圧電ポンプ駆動部とからなる請求項 22 に記載の電子機器の冷却装置。

26. 前記複数の圧電ポンプ駆動部は、前記複数のポンプ部の前記冷媒の吸入および排出を異なるタイミングで制御する請求項 25 記載の電子機器の冷却装置。

27. 前記圧電ポンプ駆動部は、前記ポンプ部の排出時間より吸引時間を 2 倍以上長くさせる請求項 25 記載の電子機器の冷却装置。

28. 前記液冷機構は、円環状圧電アクチュエータを駆動源とする圧電ポンプ

を含み、該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させる請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。

29. 前記液冷機構は、発熱体による前記冷媒の蒸発により前記冷媒を循環させる蒸発方式ポンプを含む請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。

30. 前記蒸発方式ポンプは、複数の前記発熱体を含み、前記複数の発熱体の発熱タイミングを制御することによって前記冷媒が流れる方向を決定させる請求項 29 記載の電子機器の冷却装置。

31. 前記冷媒を循環させる液冷用ポンプと前記空冷フィン群とに空気を供給する空冷ファンと、前記液冷用ポンプおよび前記空冷ファンを駆動する電気制御回路とを更に含み、該電気制御回路への外部からの入力が直流である請求項 1 に記載の電子機器の冷却装置。

32. 前記電気制御回路は、前記発熱部品の温度情報を取り込み、前記発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持させるように前記液体ポンプ及び前記空冷ファンを駆動させる請求項 31 に記載の電子機器の冷却装置。

33. 請求項 1 乃至請求項 32 のいずれか 1 つに記載の電子機器の冷却装置を搭載した電子機器。

図 1

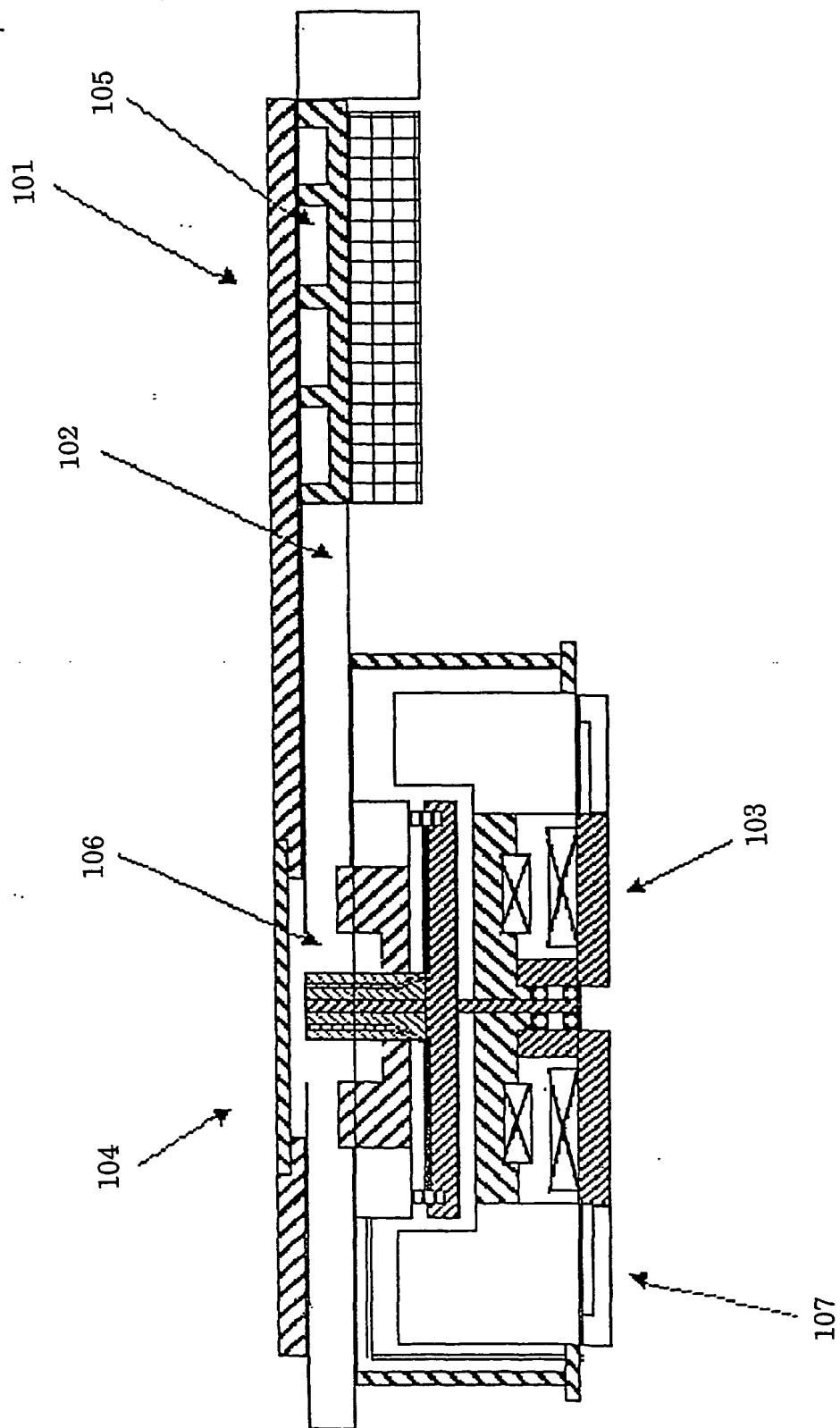


図 2 A

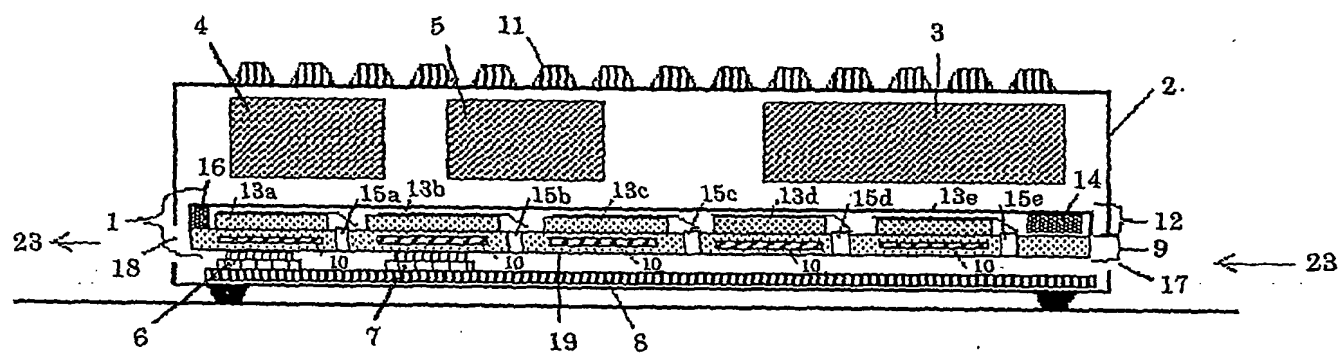


図 2 B

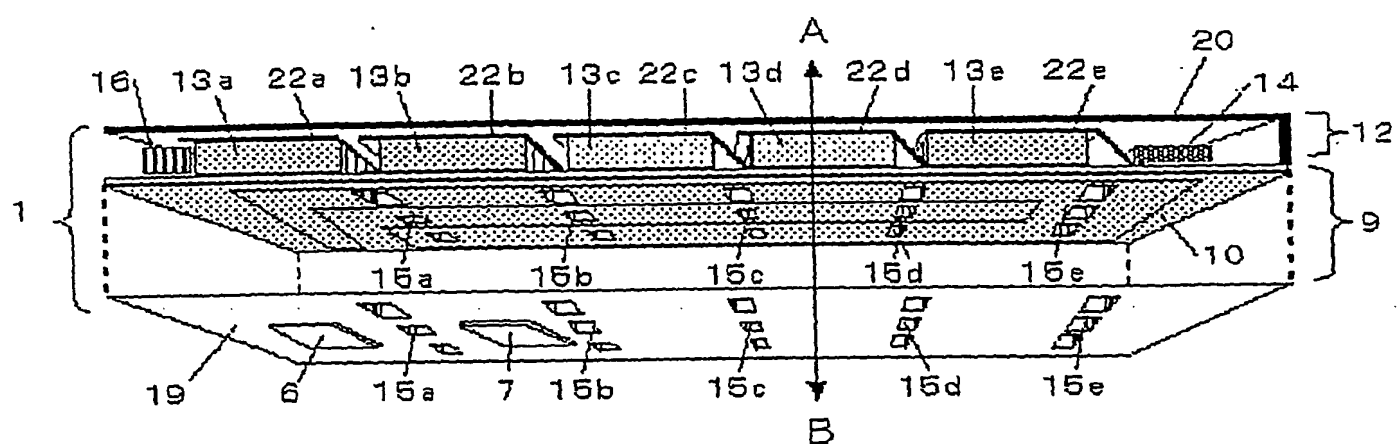


図 2 C

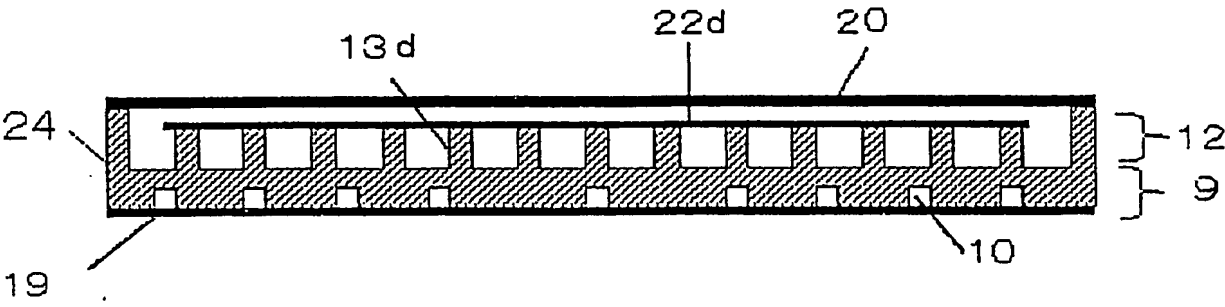


図 3A

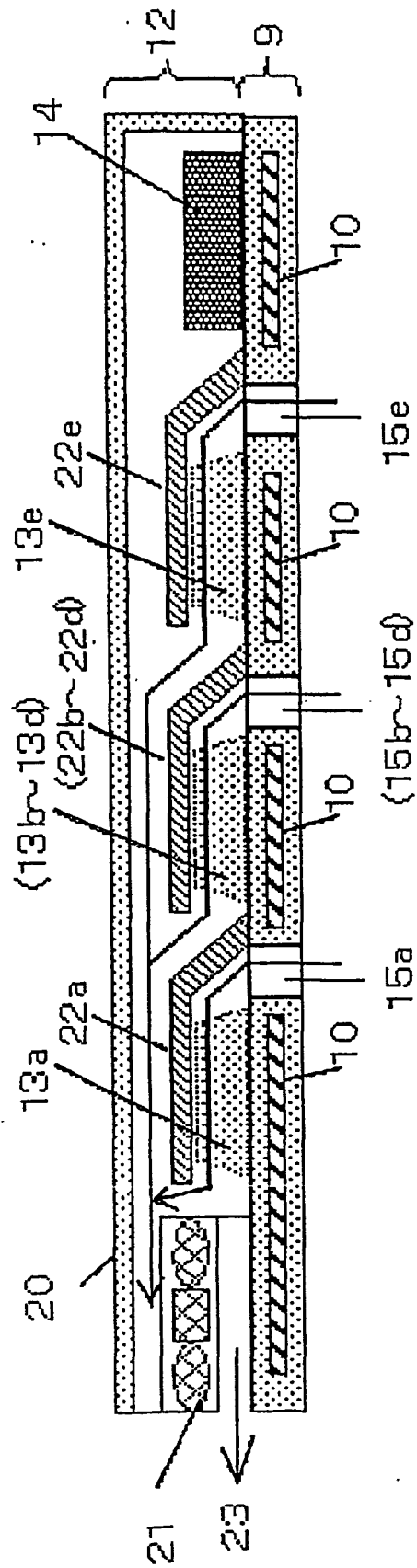


図 3B

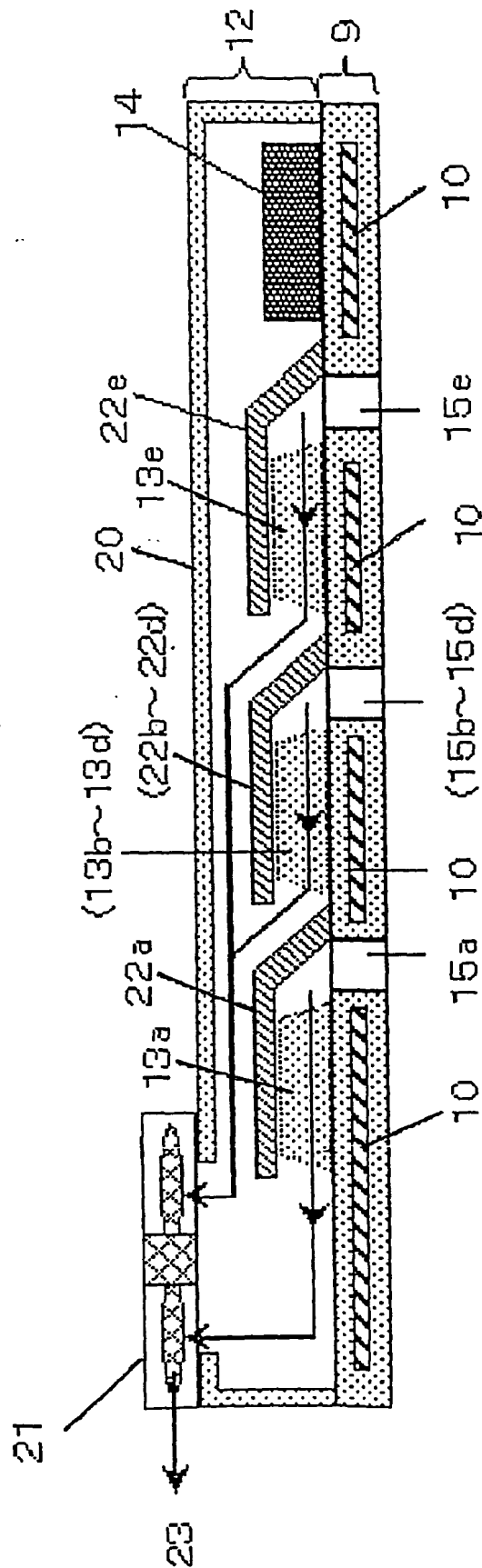


図 4

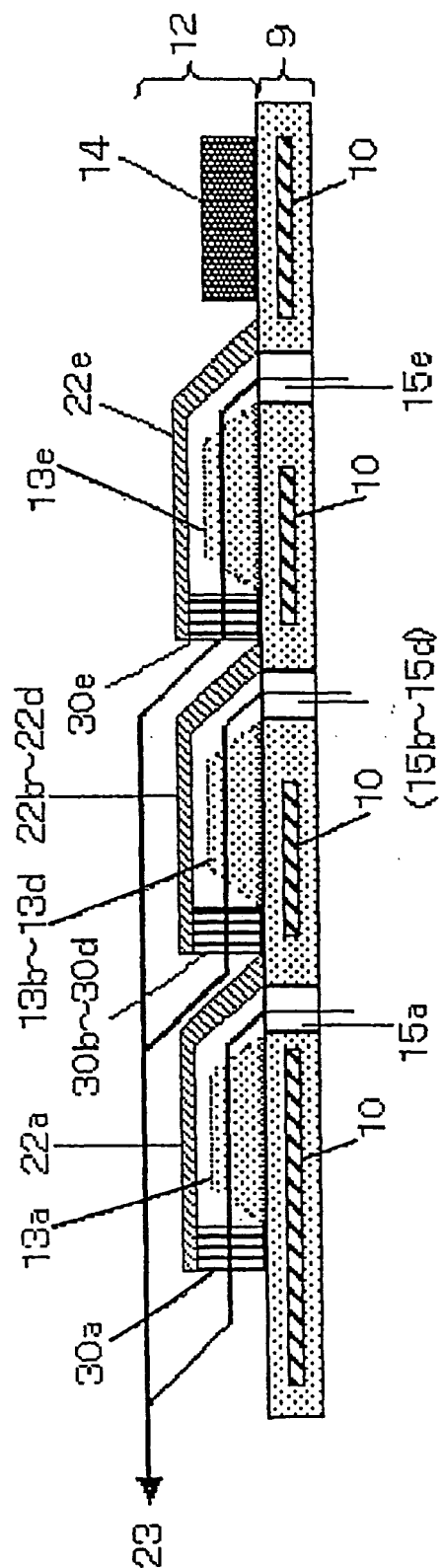


图 5

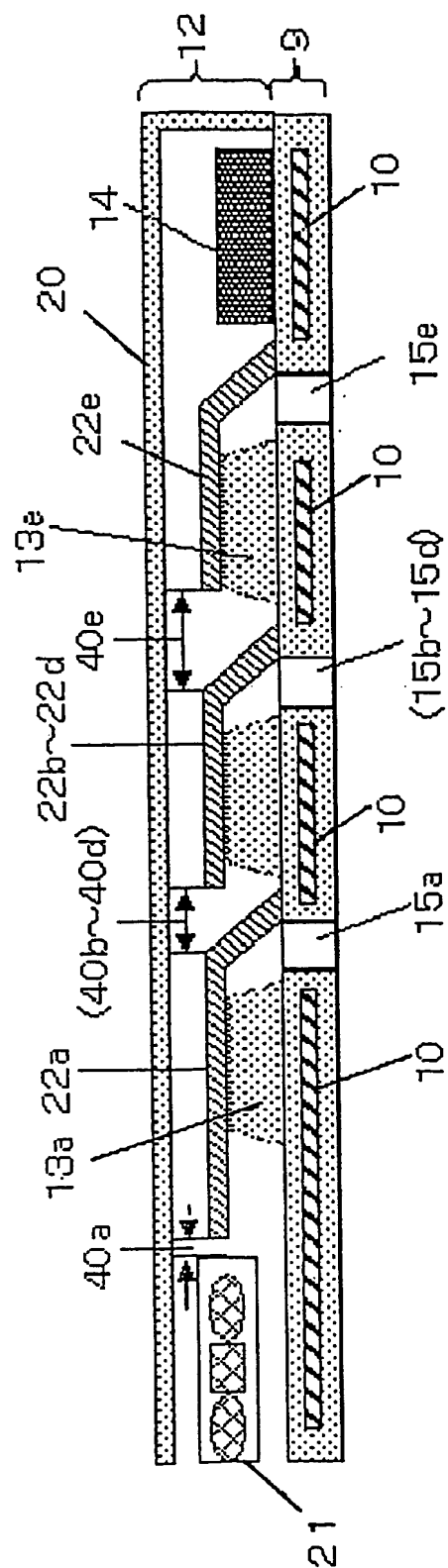


図 6

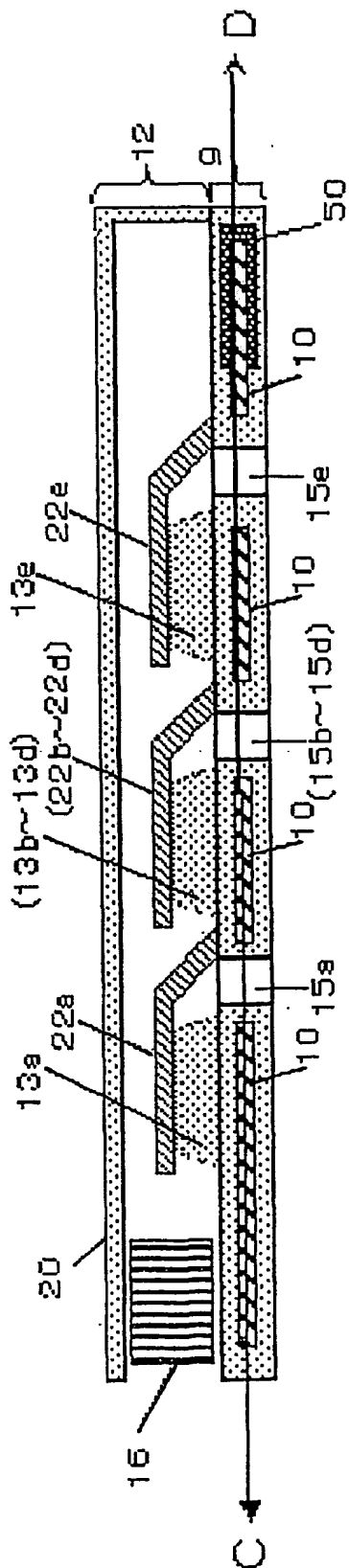


図 7

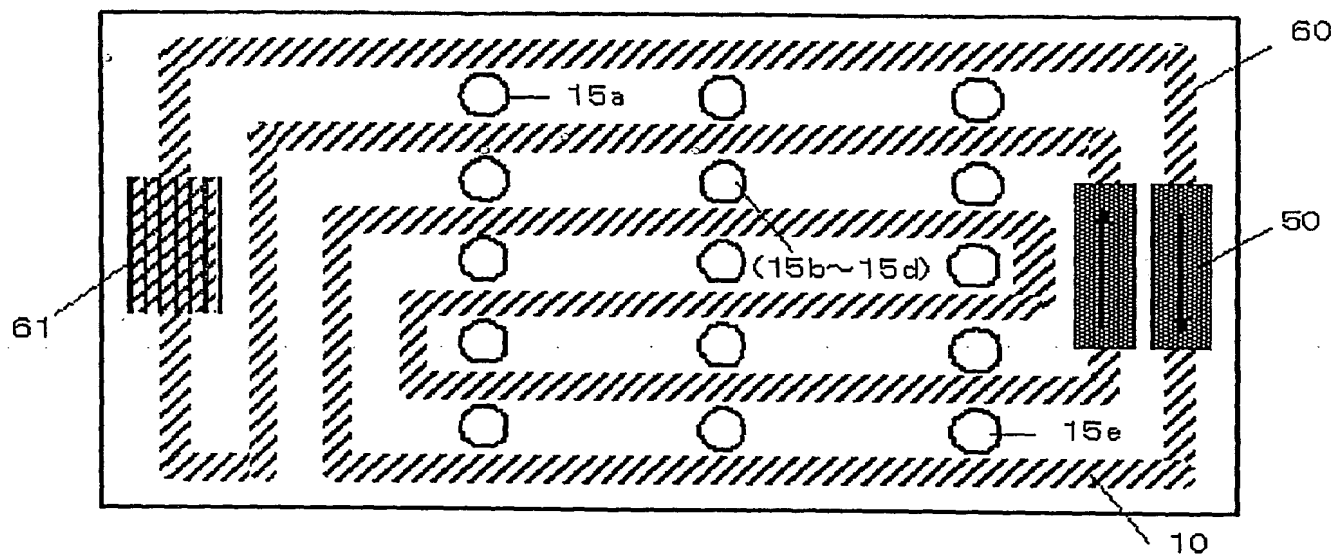


図 8

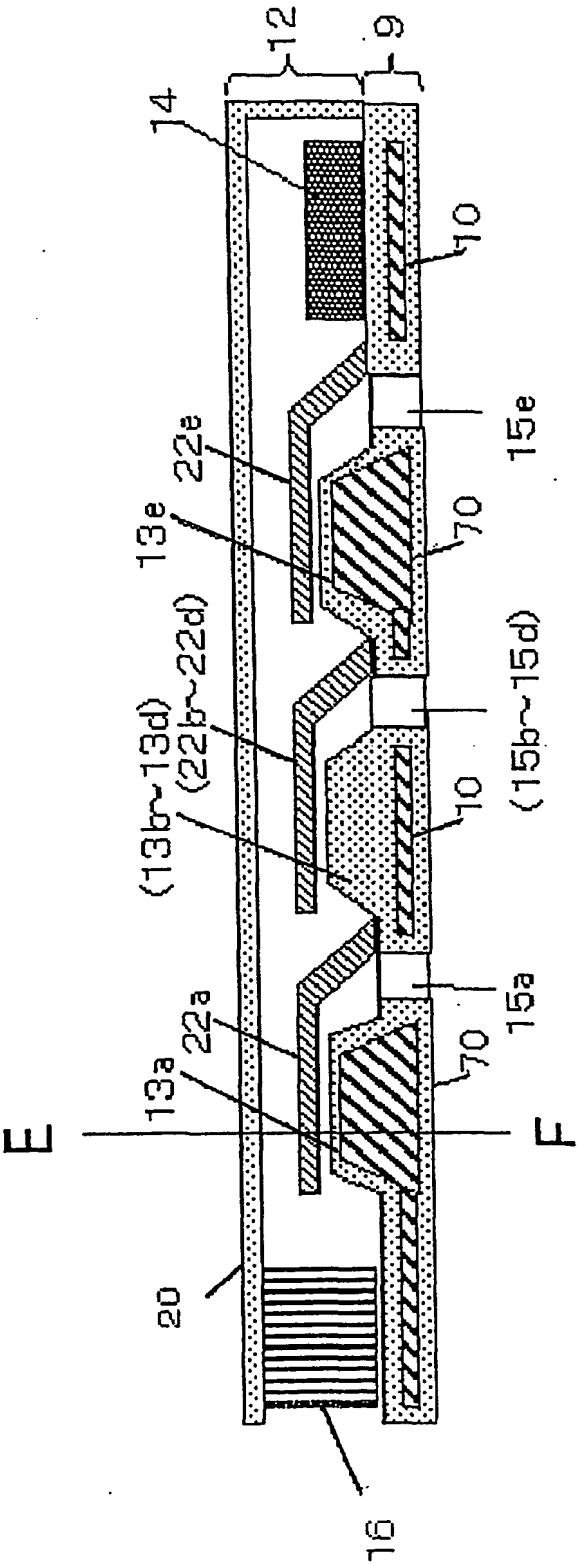


図 9A

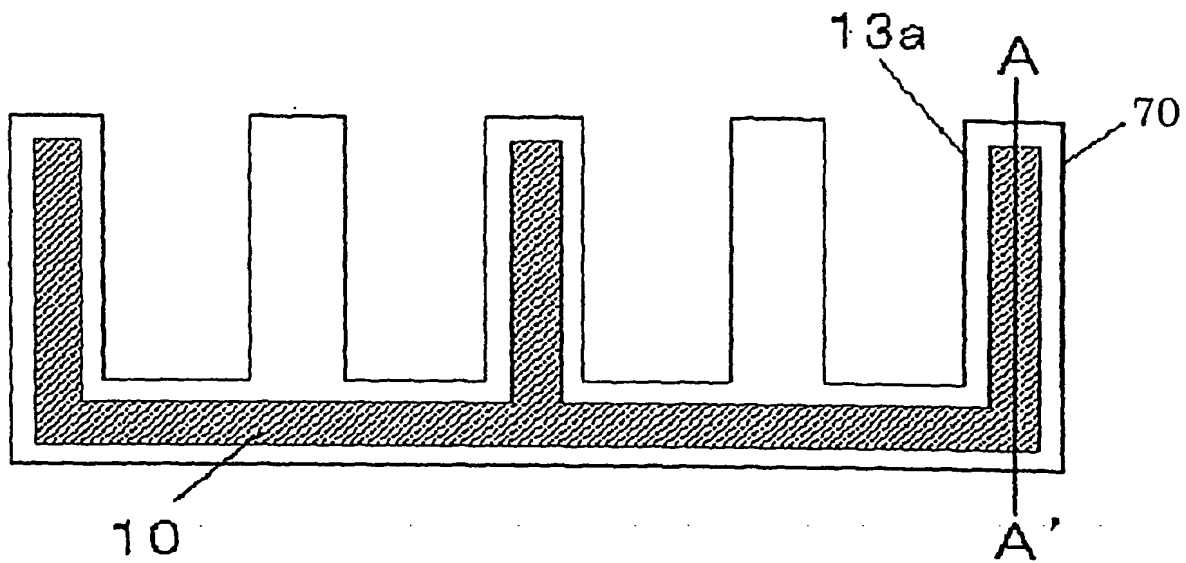


図 9B

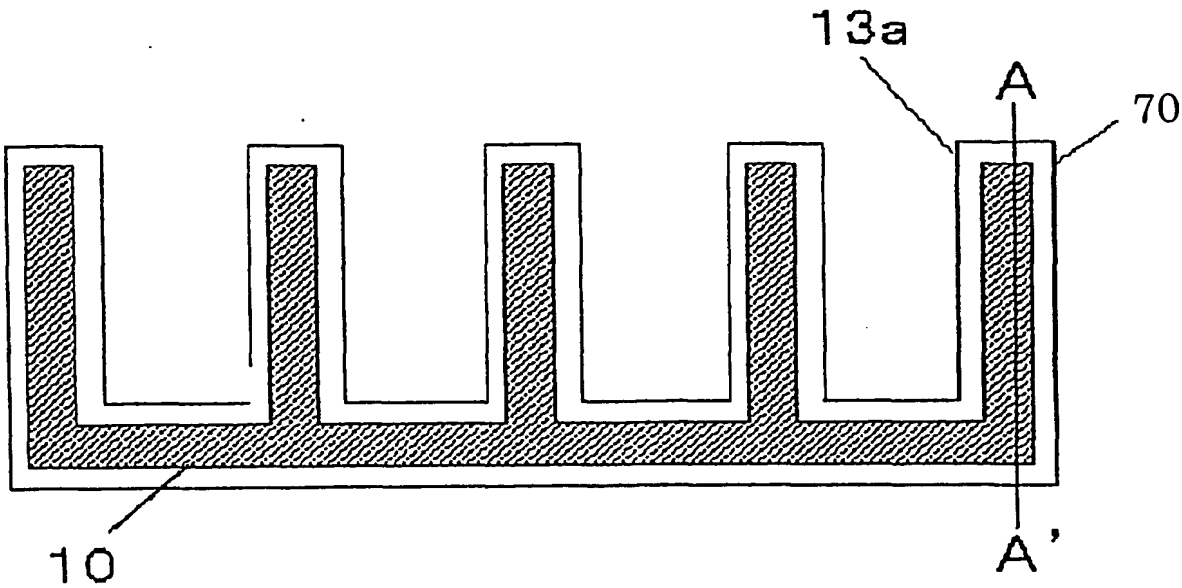


図 9C

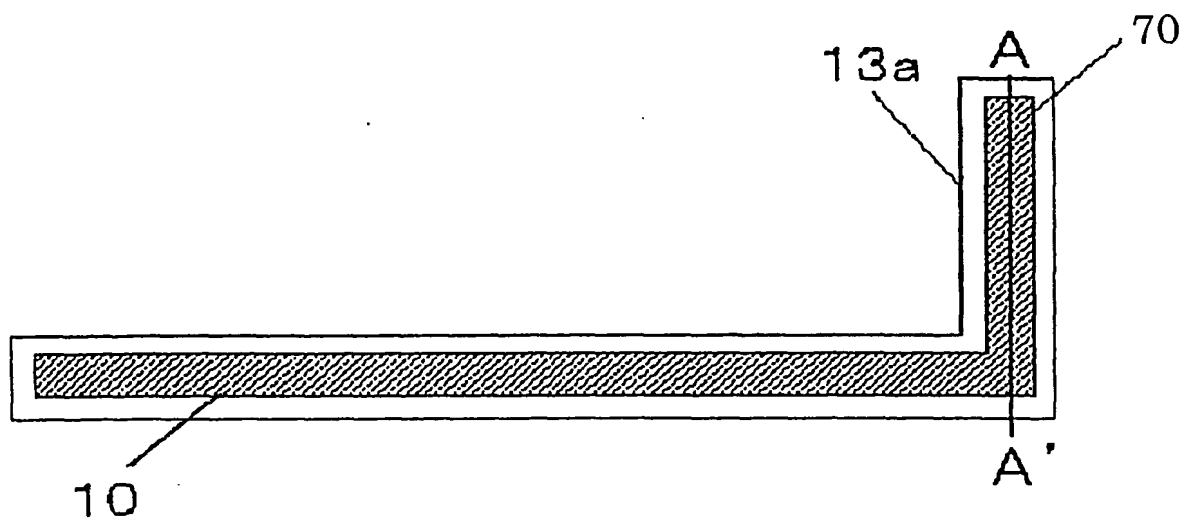


図 9D

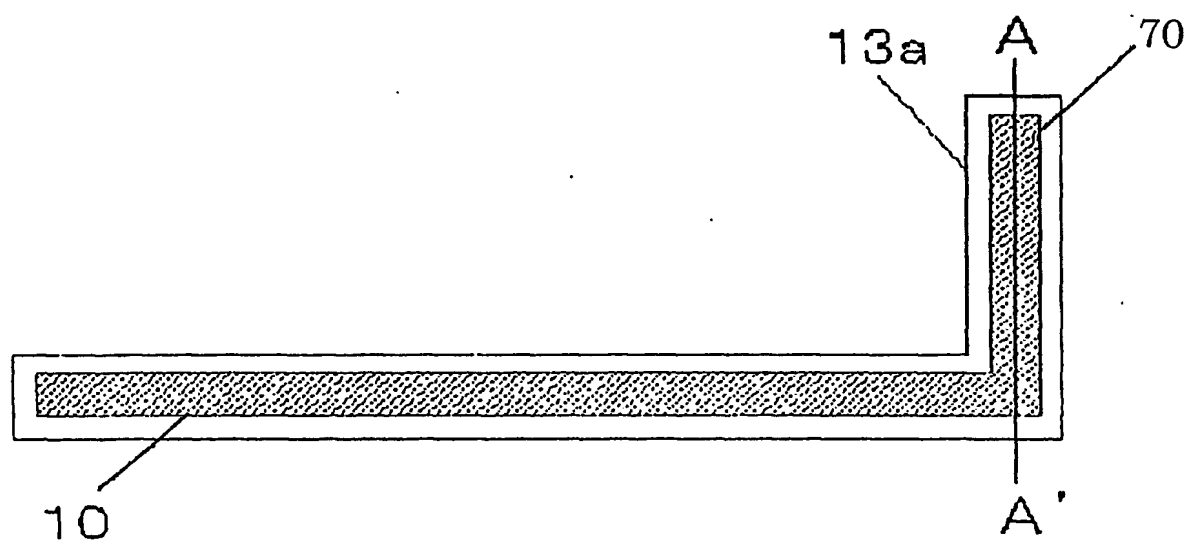
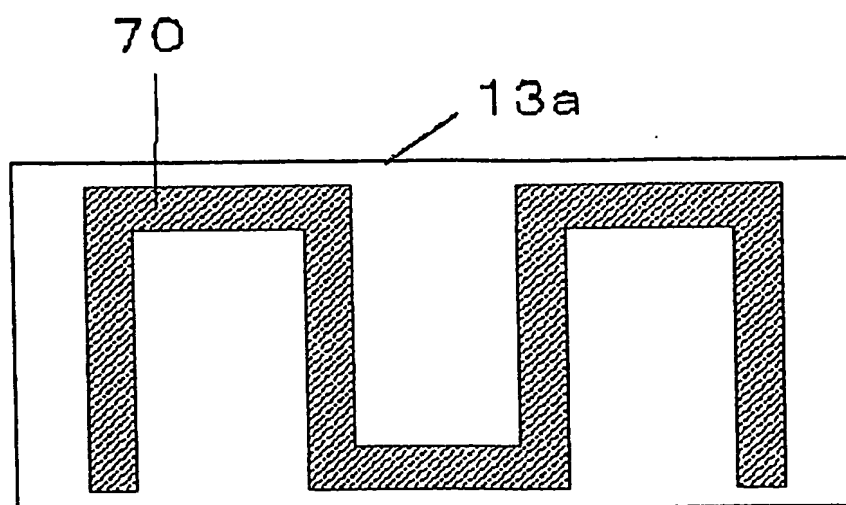
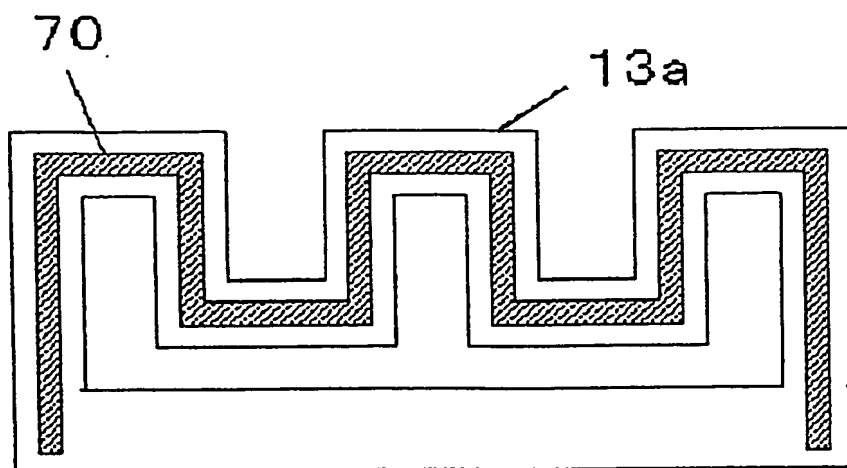


図 10A



A-A'断面

図 10B



A-A'断面

図 10C

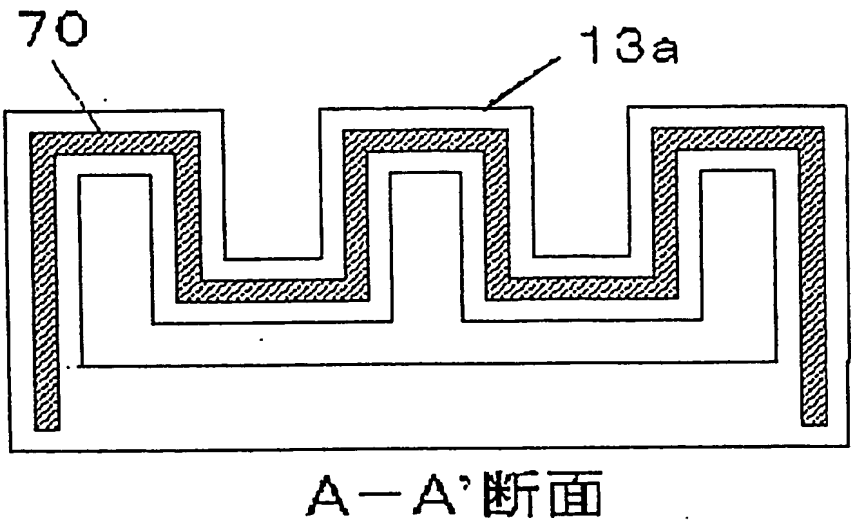
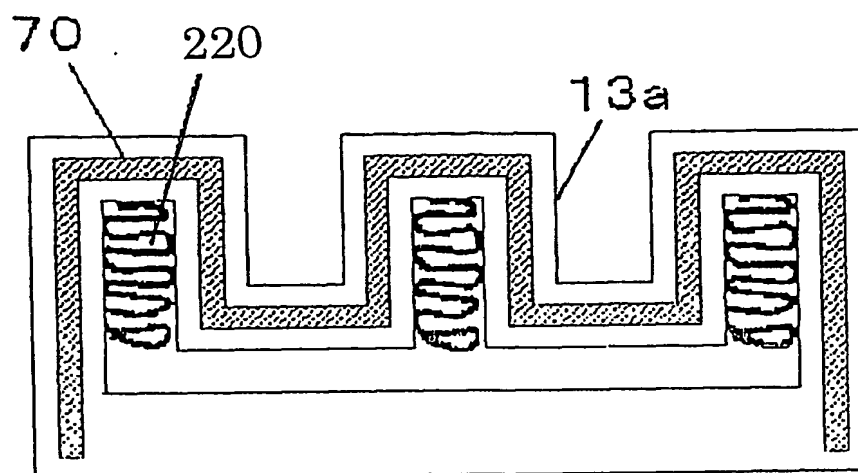


図 10D



A-A' 断面

図 11

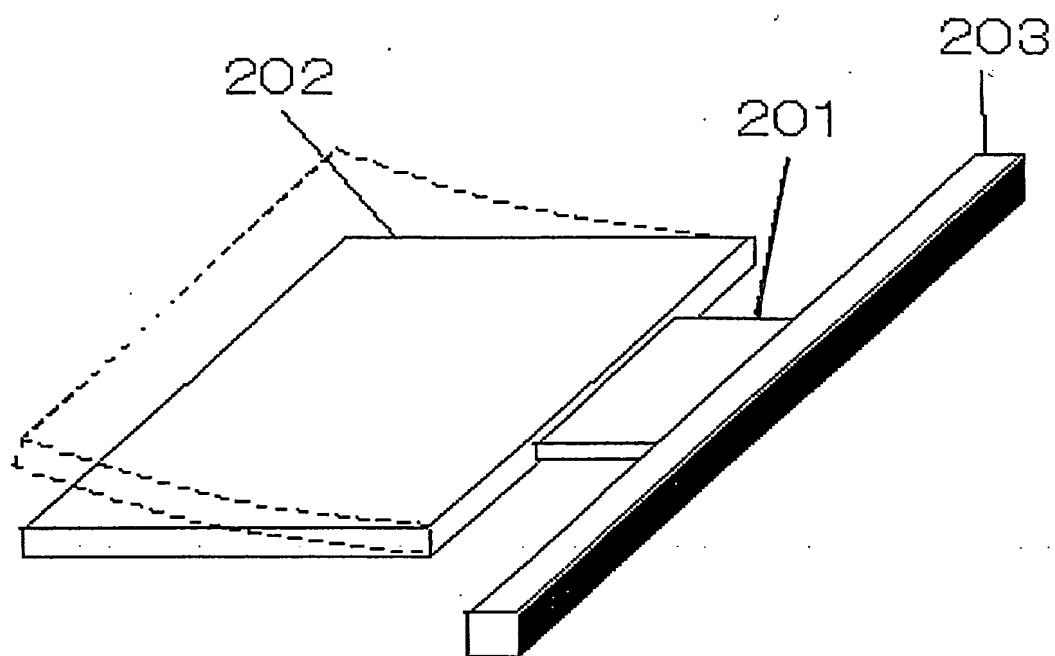


図 12A

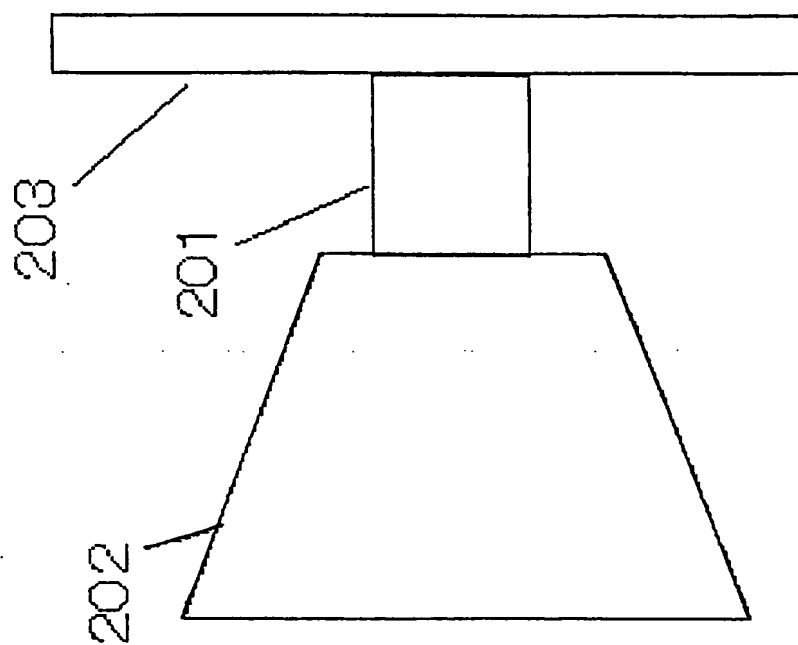


図 12B

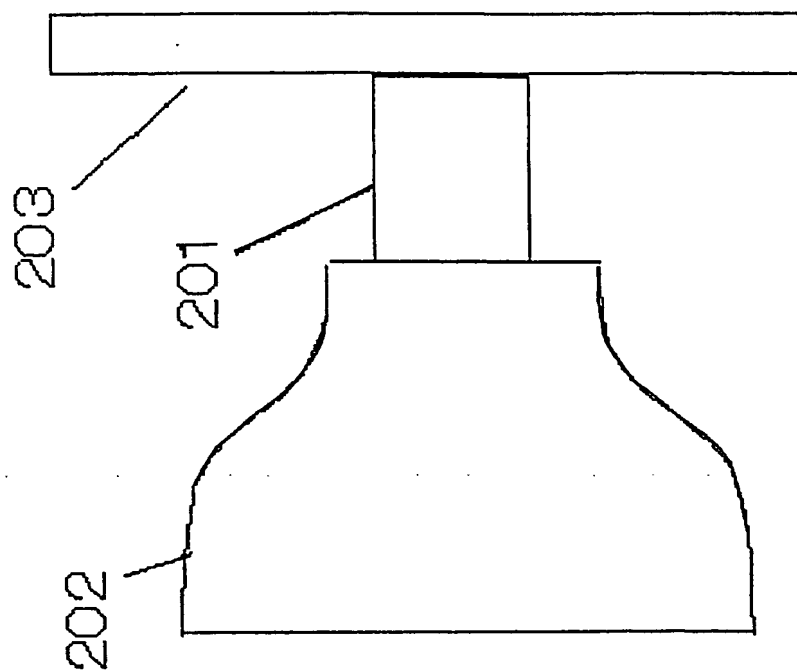


図 13A

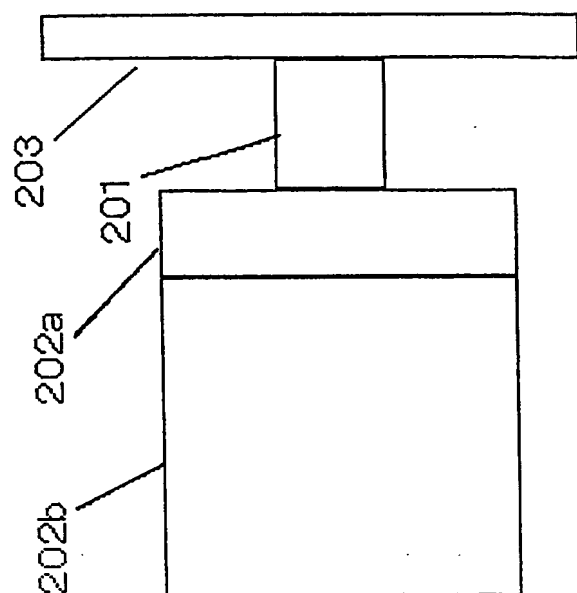


図 1 3 B

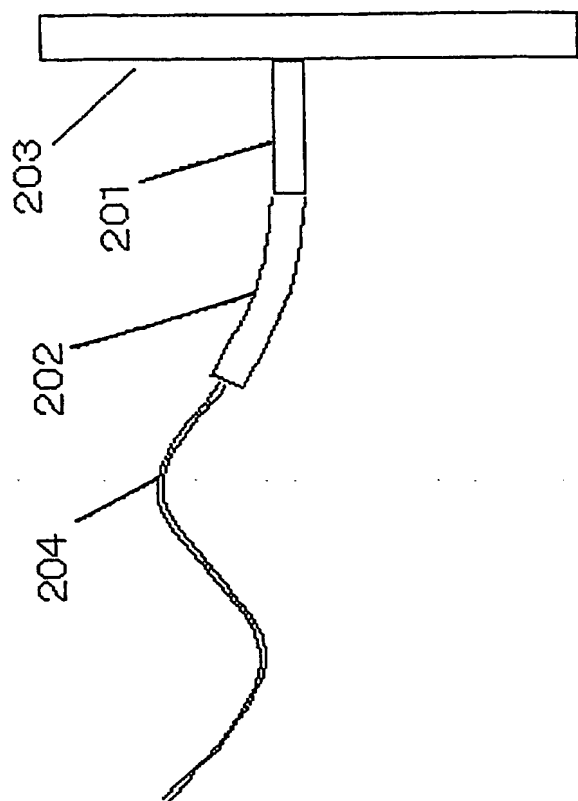


図 14

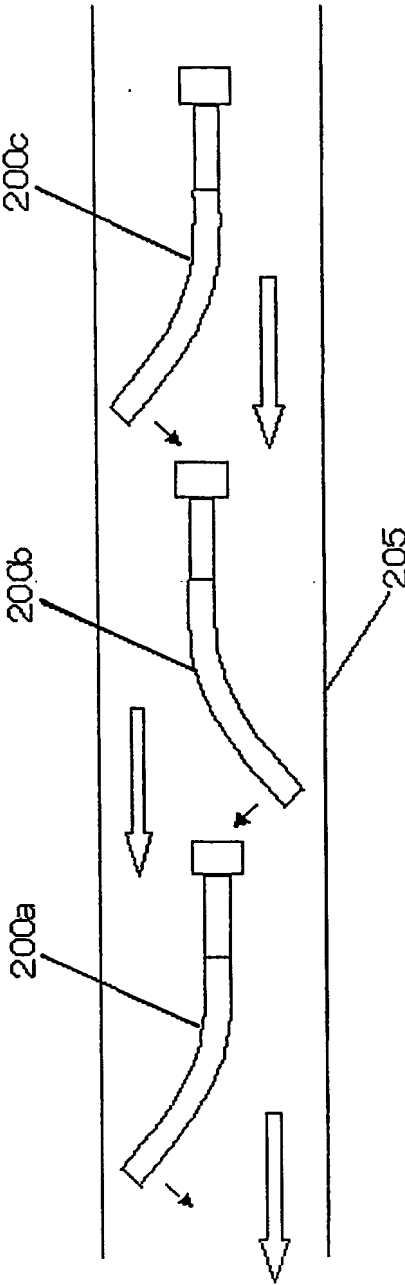


図 15A

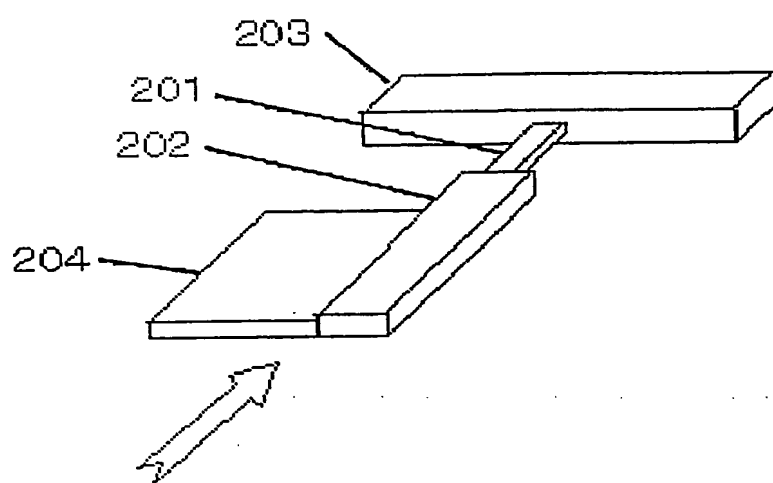


図 15B

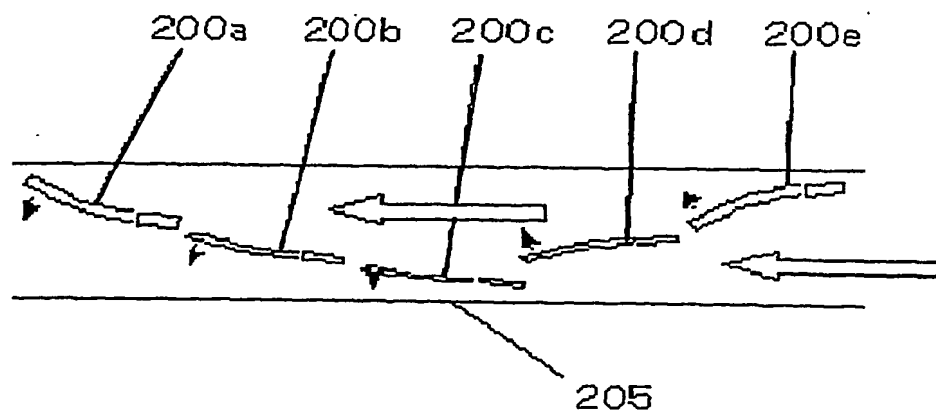


図 16

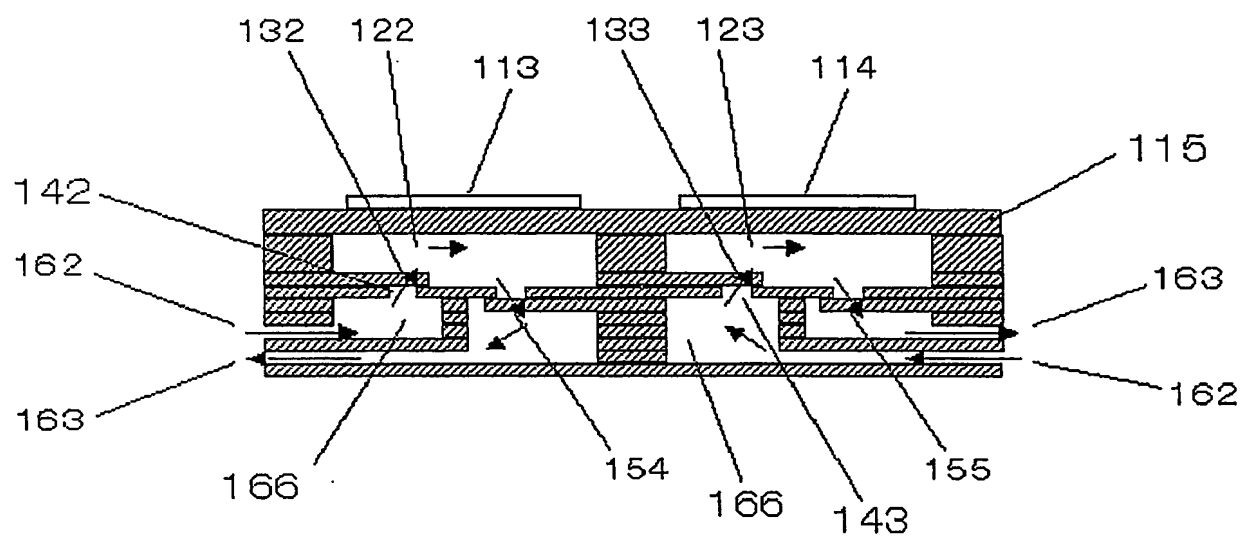


図 17

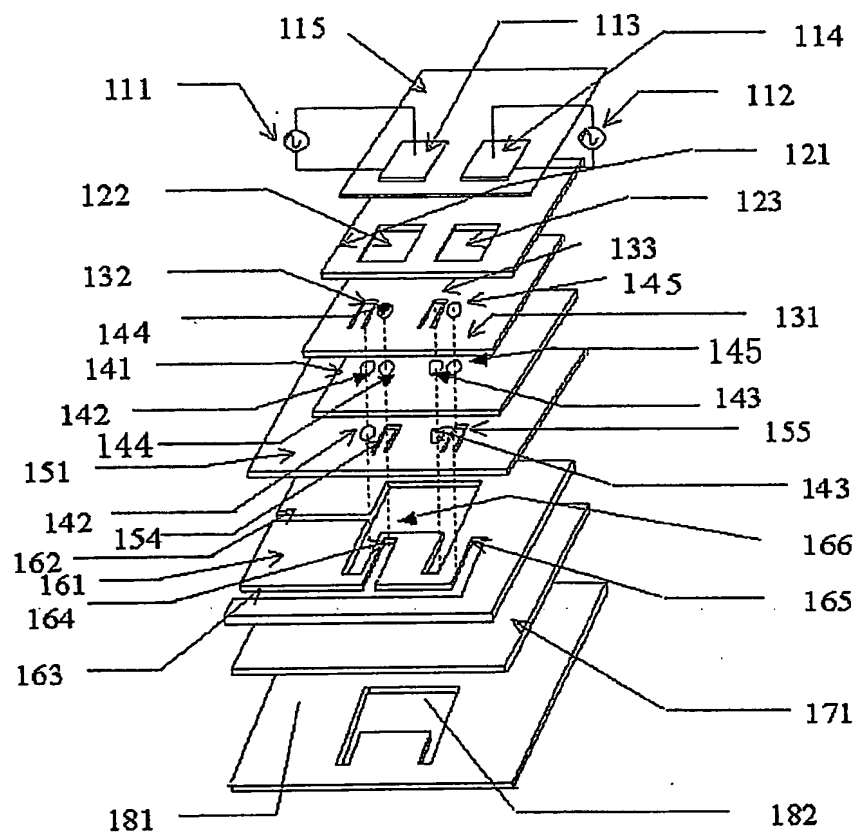


図 18A

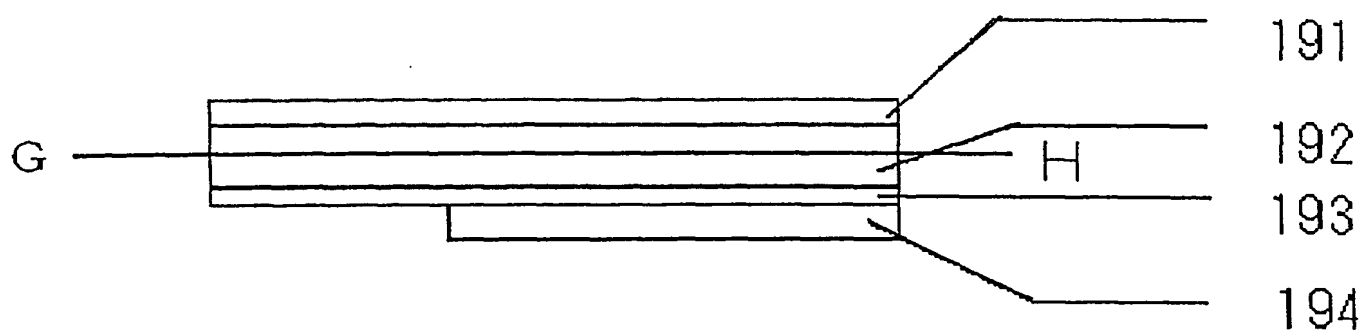


図 18B

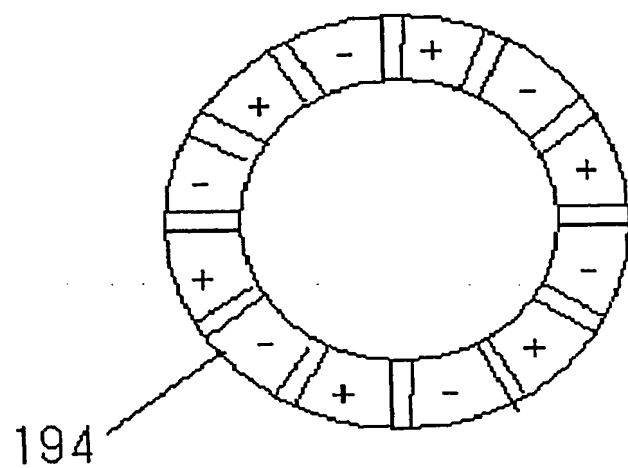


図 18C

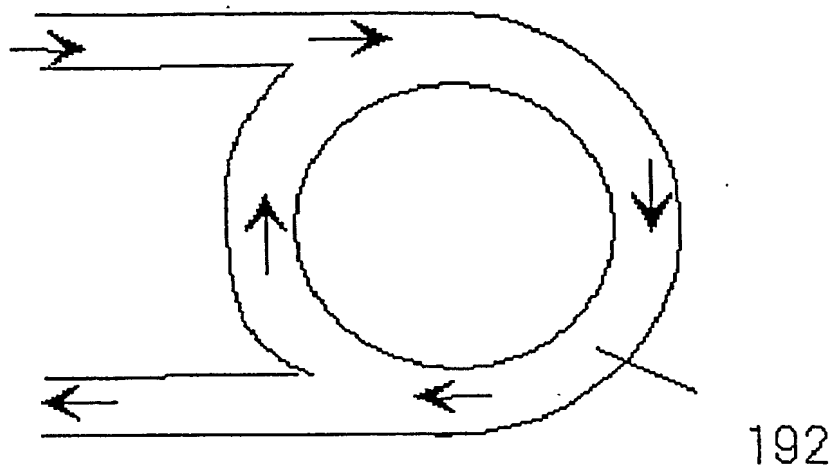


図 19

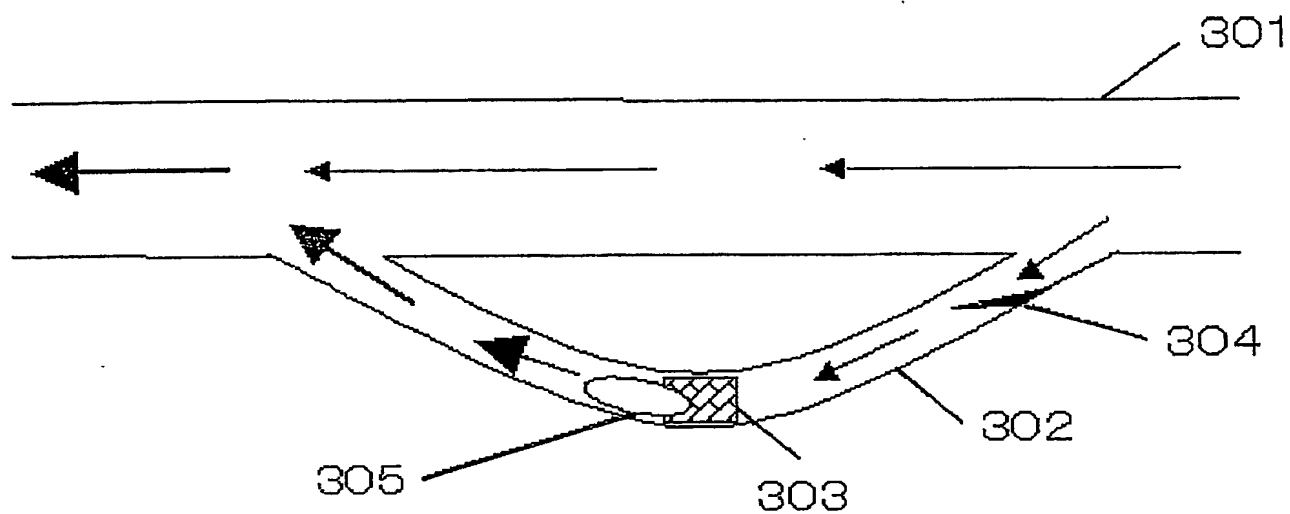


図 20A

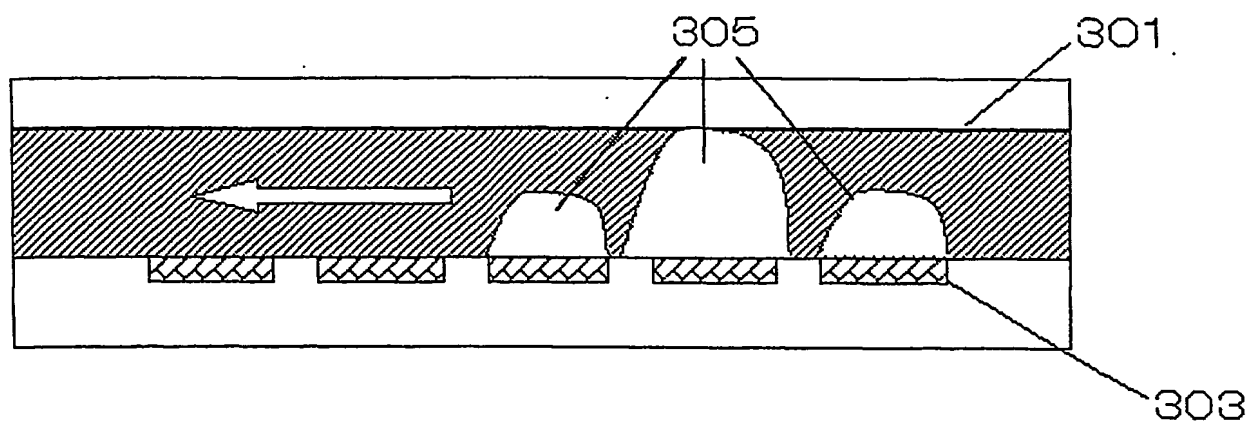
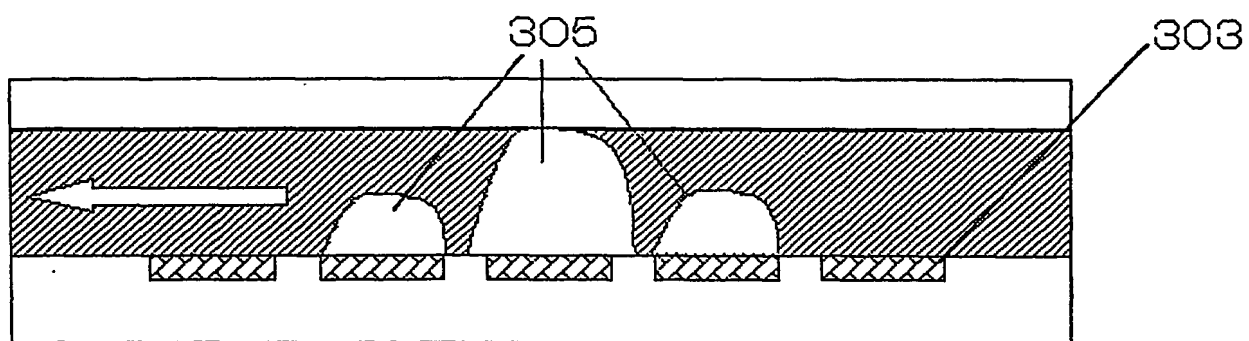


図 20 B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H05K7/20, F25D1/00, F25D9/00, G06F1/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H05K7/20, F25D1/00, F25D9/00, G06F1/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-186388 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 16 July, 1996 (16.07.96), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 6, 33 3-5, 7, 20, 21, 31, 32
X Y	JP 2001-133174 A (Toyota Motor Corp.), 18 May, 2001 (18.05.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 33 6, 7, 20, 21, 31, 32
Y	JP 6-310889 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 November, 1994 (04.11.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-7, 31-33

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 November, 2003 (25.11.03)

Date of mailing of the international search report
09 December, 2003 (09.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10419

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-322640 A (Denso Corp.), 08 December, 1995 (08.12.95), Full text; all drawings (Family: none)	5
Y	US 6062302 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 16 May, 2000 (16.05.00), Full text; all drawings & JP 11-163237 A	5
Y	WO 92/19027 A1 (THE UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY), 29 October, 1992 (29.10.92), Full text; all drawings & JP 5-508265 A	20,21
Y	US 5057908 A (IOWA STATE UNIVERSITY RESEARCH), 15 October, 1991 (15.10.91), Full text; all drawings & JP 6-318654 A	20,21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10419

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Our search has found that the invention in claim 1 is disclosed in, for example, document JP 8-186388 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 16 July, 1996 (16.07.96) and document JP 2001-133174 A (Toyota Motor Corp.) 18 May, 2001 (18.05.01), and it is evidently not novel.

Therefore, there exists no "special technical feature" common to inventions in claims 1 to 33 within the meaning of PCT Rule 13.2.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-7, 20-21, 31-33

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05K 7/20, F25D 1/00, F25D 9/00, G06F 1/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05K 7/20, F25D 1/00, F25D 9/00, G06F 1/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922年-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971年-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994年-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996年-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 8-186388 A (富士電機株式会社) 1996.07.16 全文、全図 (パテントファミリーなし)	1, 2, 6, 33
Y		3-5, 7, 20, 21, 31, 32
X	J P 2001-133174 A (トヨタ自動車株式会社) 2001.05.18 全文、全図 (パテントファミリーなし)	1-4, 33
Y		6, 7, 20, 21, 31, 32

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.11.03

国際調査報告の発送日

09.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新海 岳

3S

8111

電話番号 03-3581-1101 内線 3390

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-310889 A (三菱電機株式会社) 1994. 11. 04 全文、全図 (パテントファミリーなし)	1-7, 31-33
Y	JP 7-322640 A (株式会社デンソー) 1995. 12. 08 全文、全図 (パテントファミリーなし)	5
Y	US 6062302 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 2000. 05. 16 全文、全図 & JP 11-163237 A	5
Y	WO 92/19027 A1 (THE UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY) 1992. 10. 29 全文、全図 & JP 5-508265 A	20, 21
Y	US 5057908 A (IOWA STATE UNIVERSITY RESEARCH) 1991. 10. 15 全文、全図 & JP 6-318654 A	20, 21

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1に係る発明は、調査の結果、例えば、文献 JP 8-186388 A (富士電機株式会社) 1996.07.16 及び 文献 JP 2001-133174 A (トヨタ自動車株式会社) 2001.05.18 に開示されており、新規でないことは明らかである。

よって、請求の範囲1-33に係る発明に共通する、PCT規則13.2でいう「特別な技術的特徴」は存在しない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1-7, 20-21, 31-33

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.